

**COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU CAOUTCHOUC**

**CSTC - IRCA/CIRAD**

**Procès-verbal de la 16ème réunion  
tenue à Paris le 6 mars 1991**

**IRCA/CIRAD 42 rue Scheffer 75116 PARIS**



*Institut de Recherches sur le Caoutchouc*

*Département du Centre de Coopération Internationale  
en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)  
42, rue Scheffer 75116 Paris (France) - Tél. : (1) 47.04.32.15*

*Télex : 620871 INFRANCA PARIS*



57E

**COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU CAOUTCHOUC**

**CSTC - IRCA/CIRAD**

**Procès-verbal de la 16ème réunion  
tenue à Paris le 6 mars 1991**

**IRCA/CIRAD 42 rue Scheffer 75116 PARIS**

**JBS/nl  
IRCA Documentation  
Montpellier,  
Mai 1991**







## SOMMAIRE

<b>I.</b>	<b>Introduction du Président du C.S.T.C</b>	<b>Pr. J. d'Auzac</b>	<b>1</b>
		<b>M. Manichon</b>	<b>7</b>
	<b>Revue externe de l'IRCA. Présentation du rapport</b>	<b>M. Chevaugéon</b>	
		<b>M. Gener</b>	<b>15</b>
<b>II.</b>	<b>Physiologie-Exploitation</b>	<b>Pr. Heller</b>	<b>19</b>
		<b>M. Jacob</b>	<b>25</b>
		<b>M. Carron</b>	<b>33</b>
	<b>Defense des cultures</b>	<b>M. Chevaugéon</b>	<b>39</b>
		<b>M. Desprésaux</b>	
	<b>Génétique et Sélection</b>	<b>M. Wagner</b>	<b>53</b>
		<b>M. Nicolas</b>	
	<b>Agronomie-Phytotechnie</b>	<b>M. Pieri</b>	<b>69</b>
		<b>M. Gener</b>	<b>71</b>
	<b>Caoutchouc naturel et technologie</b>	<b>M. Gossot</b>	<b>79</b>
		<b>M. de Livonnière</b>	<b>85</b>
<b>III.</b>	<b>Géopolitique</b>	<b>M. Campaignolle</b>	<b>95</b>
	<b>Conclusions du Président du CSTC</b>	<b>Pr. J. d'Auzac</b>	<b>101</b>
<b>IV.</b>	<b>Liste des Participants</b>		<b>111</b>
<b>V.</b>	<b>Liste des Sigles</b>		<b>117</b>



# INTRODUCTION







## INTRODUCTION du Président du CSTC Pr. J. d'AUZAC

-----

Pour la 16ème fois, et l'on peut donc dire comme d'habitude, se trouvent réunis autour de la table du CSTC; des chercheurs de l'IRCA, des scientifiques de l'Université, du CIRAD, de l'ORSTOM et de l'INRA qui assistent ces chercheurs, mais aussi, bien sûr, ceux qui sont notre raison d'être, à savoir les planteurs d'Hévéas à un bout de la chaîne, les manufacturiers du caoutchouc à l'autre bout et, intermédiaires obligés, les négociants.

Je dois dire qu'une nouvelle catégorie de participants est apparue autour de cette table, celle des "auditeurs". En effet, au cours de l'année 1990 l'IRCA fut la "cible" d'un audit demandé par le CIRAD... Je vous avais déjà entretenu de cet audit au 15ème CSTC puisque l'IRCA l'avait préparé dès Juin 1989 lors d'un séminaire regroupant la quasi-totalité de ses chercheurs ; séminaire au cours duquel avaient été jetées les premières bases d'un projet de recherche sur 5 ans (1991-1996). Du fait même de cet audit et de la définition d'un plan de recherche à 5 ans, l'ordonnancement de cette réunion sortira des normes habituelles.

En effet, les résultats obtenus par les grandes disciplines de recherche de l'IRCA seront présentés par les spécialistes qui ont réalisé l'audit. Ensuite, les chercheurs IRCA des disciplines correspondantes s'efforceront de leur répondre tout en présentant un projet de recherche à 5 ans. Lequel projet fera alors l'objet d'une discussion générale autour de cette table.

C'est dire l'importance du présent CSTC, en ce sens que les "utilisateurs" de l'IRCA, des planteurs aux manufacturiers, sont vivement sollicités d'émettre des avis, de faire critiques et suggestions quant à l'ébauche de programme qui leur est soumise. Mais je sollicite aussi, non moins vivement, les scientifiques de toutes origines présents dans cette salle afin qu'ils nous fassent profiter de leurs idées, de leurs connaissances, mais aussi des dernières avancées technologiques dont les programmes de recherche IRCA pourraient tirer profit.

\*

Conformément aux usages établis, avant de donner la parole aux "auditeurs" et aux "audités", je vais maintenant broser un tableau rapide des faits marquants qui se sont déroulés depuis le dernier CSTC et qui ne seront pas évoqués dans la suite.

En ce qui concerne **L'AGRONOMIE**, considérons tout d'abord les recherches portant sur **L'AMELIORATION DE L'HEVEA**. Nous avons perdu cette année Marie-Hélène CHEVALLIER responsable du Laboratoire IRCA-CIRAD d'Electrophorèse de Montpellier. Elle nous a quittés pour un laboratoire du CTFT à Dakar. Faut-il rappeler que nous lui devons une méthode d'analyse isozymique qui nous permet aujourd'hui d'établir la carte d'identité de la quasi totalité des clones d'*Hevea* actuellement en exploitation ? Elle a été remplacée par Marc SEGUIN, spécialiste de Biologie Moléculaire appliquée à la Génétique. Son laboratoire a actuellement deux objectifs de recherche : utiliser des méthodes de Biologie Moléculaire, en l'occurrence la RFLP, pour obtenir une identification encore plus générale et encore plus fine du matériel clonal ancien et surtout nouveau ; entreprendre l'établissement de la carte génomique de l'*Hevea*. Ceci, dans le but de localiser sur le génome d'éventuels regroupements de gènes (les QTL) directement liés à certains aspects agronomiques dont la productivité, la résistance à tel ou tel pathogène, à telle ou telle condition climatique défavorable. Il est clair que l'objectif à long terme est d'acquérir les connaissances qui seront indispensables, demain, lorsque l'on cherchera à améliorer l'*Hevea* par Génie Génétique.

Dans le domaine de la **PHYTOPATHOLOGIE** alors que le **Fomès** et le **Colletotrichum** s'avèrent être de mieux en mieux maîtrisés - mais non pas de façon parfaite - de nouveaux problèmes se posent. C'est le cas de l'Armillaire au GABON et au CONGO et du *Corynespora* au Cameroun. Pour ces pathogènes tout reste à faire ou presque quant à la connaissance de leur biologie et quant aux méthodes de lutte... Il reste aussi bien sûr le *Microcyclus*, objet principal des recherches en Guyane, mais qui est maintenant aussi étudié à l'Université de Montpellier 2. Des recherches utilisant aussi bien les analyses d'isoenzymes que les méthodes de la Biologie Moléculaire sont mises en oeuvre par D. DESPREAUX à l'INRA-Versailles pour tenter de cerner la variabilité du pouvoir pathogène vis-à-vis de l'*Hevea*.

La même Biologie Moléculaire est également en cours d'utilisation pour tenter de démontrer la responsabilité ou non, d'un virus ou d'un viroïde dans le phénomène d'Encoche Sèche, phénomène aussi répandu que mal connu. Malheureusement, les moyens que nous pouvons affecter à une telle recherche sont tout à fait disproportionnés à l'importance du mal.

La **CULTURE IN VITRO** de l'*Hevea* est en plein essor. La Société de Microbouturage de l'Hevea (SMH) vient d'atteindre ses 3 ans d'âge. Elle a démontré aujourd'hui la **faisabilité biologique** de la production de microboutures. 50.000 microboutures, dont près de la moitié seront clonales, vont être produites cette année. Une cellule d'acclimatation de ces microboutures montée à Mitzic, sur les terres d'HEVEGAB, reçoit ces jours-ci ses premières microboutures et elle va donc doubler la cellule déjà ancienne de l'IRCA en Côte d'Ivoire. Une troisième cellule va voir le jour,



selon toute probabilité dans les mois qui viennent, en Côte d'Ivoire sur la plantation de la SOGB.

A côté de recherches sur les microboutures, celles entreprises sur **l'Embryogénèse somatique**, certes beaucoup plus délicates mais dont on espère énormément, sont restées parents pauvres. Néanmoins, des progrès considérables sont apparus cette année. Cent cinquante plantules clonales, issues d'embryons somatiques, ont été obtenues ces derniers mois. Il reste beaucoup à faire mais, avec le temps, un obstacle majeur a été levé sur une voie dans laquelle l'IRCA place **toute** sa confiance pour l'avenir.

Il nous faut maintenant intégrer l'instrument culture *in vitro* et aujourd'hui le microbouturage en tant qu'outil dans nos autres programmes de recherche... Et, dès aujourd'hui, en sélectionnant des **clones entiers** et non des **clones de greffe** dans l'amélioration génétique de l'*Hevea*. Pour ce faire, **il nous faudra absolument disposer d'une cellule de production de microboutures dans une station qui crée des nouveaux clones.**

\*

En **EXPLOITATION-PHYSIOLOGIE** les connaissances acquises quant au **Potentiel Clonal de Production** et au **Diagnostic Latex** permettent à l'IRCA de proposer des systèmes de saignée adaptés le mieux possible à l'éventail de clones exploités sur les grandes plantations.

Le **Diagnostic Latex**, exploité avec le succès que l'on sait en Côte d'Ivoire et au Cameroun, va migrer dans les mois à venir en Indonésie où plusieurs grandes plantations vont créer, en commun, un laboratoire de Diagnostic Latex qui sera confié à un chercheur IRCA.

Si l'utilisation de la Biologie Moléculaire dans le domaine du latex ne se fait pas aussi vite qu'on eût pu le souhaiter, suite notamment à la défaillance de l'IIRSDA, une thésarde travaille actuellement dans une université américaine, sur des acides nucléiques extraits de latex afin de comprendre le mécanisme intime de l'outil majeur de l'Hévéaculteur qu'est la **stimulation** de la production de latex par l'éthylène.

A Montpellier, l'IRCA-CIRAD en collaboration avec un laboratoire ORSTOM s'efforce de comprendre les mécanismes subtils qui régulent le pH du latex, dont on sait, depuis le Dr. TUPY, qu'il est directement corrélé à l'activité métabolique et donc à la production de caoutchouc.

En collaboration avec le laboratoire du Pr. RONA à Paris VII, un DEA, devenu thésard, s'efforce de comprendre le mécanisme par lequel le tube à latex est alimenté en sucre ; sucre, qu'il transformera en caoutchouc.

\*



Concernant la **PHYTOTECHNIE**, outre la poursuite des études sur les cultures intercalaires dans les plantations d'*Hevea*, sujet qui fera demain l'objet d'une réunion thématique du CSTC, la nouveauté est la mise en place d'une recherche cohérente sur le système racinaire de l'*Hevea*. Cette recherche est menée en étroite collaboration avec le Dr. PAGES de l'INRA-Avignon, elle implique un thésard, une part de chercheur en Côte d'Ivoire et au Gabon. Comment évoluent les systèmes racinaires d'un greffé et d'une microbouture ? Comment se comporte un système racinaire limité dans son développement par une cuirasse latéritique ? Quelle peut-être son influence sur le développement de l'encoche sèche ? Autant de questions dont nous aimerions connaître les réponses.

Avant de quitter l'Agronomie signalons que les 2 chercheurs IRCA en poste au Brésil, H. OMONT et T. CHAPUSET ont rejoint la France. La disparition de SUDHEVEA, la lente mise en place d'une nouvelle structure de recherche couvrant un large éventail d'activités, l'IBAMA, font qu'il a paru préférable de retirer nos chercheurs afin de laisser le temps au temps...

En ce qui concerne la **TECHNOLOGIE** il se poursuit en Côte d'Ivoire une étude d'importance majeure sur la **typologie clonale technologique** des caoutchoucs de latex et de fonds de tasses. Un financement a été obtenu du MRT pour l'étude du phénomène de synérèse lors du séchage du caoutchouc alors qu'une étude commune SAPH/IRCA vise à améliorer le séchage industriel du caoutchouc.

Grâce à un travail réalisé en liaison avec l'IRAP et présenté à la dernière "International Rubber Conference" un brevet a été déposé concernant un nouvel élasticimètre.

Des financements ont été obtenus de l'UNIDO, d'une part pour participer en liaison avec l'IRADB à une étude sur le rechappage et d'autre part, et surtout, pour un 3ème contrat sur le développement du caoutchouc liquide et notamment sur l'amélioration de la stabilité au stockage de ce produit.

\*

Je terminerai en évoquant deux problèmes qui, à mes yeux et à ceux de nos "auditeurs" revêtent une importance particulière.

Le premier est celui des **publications scientifiques** dont tout scientifique sait qu'elles constituent la carte de visite du chercheur et j'allais dire les lettres de noblesse de l'Institut producteur. Parmi les diverses disciplines cultivées à l'IRCA la culture *in vitro* et la physiologie-biochimie remportent cette année la palme dans le domaine des publications dans les revues à audience internationale.

Un autre domaine revêt une importance majeure quant au niveau scientifique d'un institut. C'est celui des **thèses** qu'il produit par ses propres chercheurs ou qu'il suscite et dont il bénéficie grâce à des laboratoires d'accueil...

Deux thèses ont été soutenues depuis le dernier CSTC :

- la thèse d'EL HADRAMI sur l'embryogenèse somatique de l'*Hevea* (Montpellier 2).
- la thèse de B. COUSIN sur la thermodynamique du séchage du caoutchouc granulé (Montpellier 2-IRCA).

Par ailleurs, des thèses sont en cours de réalisation :

- 3 thèses concernant l'embryogénèse somatique (CIRAD et Montpellier 2)
- 3 thèses sur le Microbouturage (SMH-Agropolis)
- 1 thèse sur la culture de Protoplastes (Montpellier 2)
- 4 thèses sur la Physiologie et l'Electrophysiologie du latex (IRCA-CI, PARIS 7, IRCA-CIRAD, ORSTOM)
- 3 thèses sur le *Microcyclops* (IRCA-Guyane et Montpellier 2)
- 2 thèses en Biologie Moléculaire : ORSAY-BIOTROP/CIRAD auquel il faut ajouter 2 thèses par des chercheurs Ivoiriens (IRCA-CI)
- 1 thèse sur le système racinaire (INRA-Avignon)
- 2 thèses par des chercheurs Ivoiriens sur l'amélioration génétique (IRCA-CI)
- 1 thèse sur le Fomès (INRA-Versailles)
- 1 thèse en Technologie sur le PRI (IFOCA)
- 2 thèses en socio-économie (Indonésie, Thaïlande)

Sur ce total de 25 thèses, 5 thèses ont été initiées au cours de la présente année universitaire.

En tant que Président du CSTC et qu'universitaire je suis profondément heureux de cet état de fait car je perçois pleinement la somme de réflexions et de connaissances, obtenues avec un coût financier relativement réduit qui vont être ajoutées par l'IRCA et surtout autour de l'IRCA aux Thésaurus de la Science de l'*Hevea* et pour une part importante ces recherches constitueront un apport certain, tout simplement à la Science Française.

Qu'il me soit donné ici l'occasion de remercier les sociétés privées qui ont sponsorisé un certain nombre d'entre elles et le CIRAD qui a obtenu des ministères le financement de la majorité de ces thèses.

\*

La parole est maintenant aux "auditeurs", aux "audités" et bien sûr à tous les participants pour réaliser le maximum d'échanges...





## M. Manichon

M. le Président a dit que l'IRCA avait été la "cible" d'un audit; il est nécessaire de rappeler que dans la procédure d'évaluation collective qui a été instaurée au CIRAD depuis plus de 5 ans, l'audit correspond à une procédure normale et n'est pas une réponse à des problèmes. C'est une opération positive : chaque département bénéficie d'une opération d'évaluation que nous appelons une Revue Externe. Cela ne doit pas prendre le caractère d'une sanction.

Nous avons bénéficié dans cette revue d'une Commission très haut de gamme : présidée par le Dr Bryan Gray aidé en tant que vice-président par le Pr Chevaugnon, de M. Gossot, président de l'AFICEP, de M. Pieri, chargé de la Mission Agronomie-Gestion de l'Environnement et des Ressources au CIRAD, de M. Wagner du département Génétique et Amélioration des plantes de l'INRA (Montpellier), le secrétariat de la Commission était assuré par M. Weil qui a eu un rôle d'organisateur, de rédacteur et surtout de contacts variés à l'intérieur et à l'extérieur de l'IRCA, du Pr Heller qui a fait bénéficier la commission de toutes ses compétences.

Tous les membres de cette commission sont bénévoles.

Le calendrier de la Commission :

- première réunion : 27 avril 1990,
- toute une série de déplacements (ce n'était pas un travail en chambre) : Paris, Montpellier, Singapour, l'Indonésie, la Thaïlande, le Vietnam, le Cameroun, le Gabon, la Côte d'Ivoire, Clermont-Ferrand, la Grande-Bretagne, la Guyane, le Brésil,
- dernière réunion le 26 novembre 1990.

Un travail mondial accompli à un rythme très élevé en 7 mois :

- le 28 novembre 1990, remise du rapport de synthèse qui est soumis à l'IRCA,
- le 24 janvier 1991, présentation du rapport devant la CPCS (Commission de programmation et de Coordination Scientifique),
- le 13 février 1991, présentation au Conseil Scientifique du CIRAD.

Les recommandations du Conseil Scientifique sont en cours d'élaboration.

A l'issue de ce processus qui aura duré 10 mois le Département Caoutchouc doit élaborer son plan à 5 ans qui sera présenté à la réunion de la CPCS de septembre 1991 et à la réunion du Conseil Scientifique du CIRAD en novembre 1991.

Pour illustrer les conditions du déroulement de cette mission je citerai quelques phrases de l'introduction du rapport :

*"Notre travail répondait à une attente réelle du département qui le considérait bien plus que comme un contrôle, comme une aide à sa propre réflexion sur l'avenir".*

Donc un état d'esprit parfaitement positif.

Les rédacteurs ont pris quelques précautions *"ils étaient conscients d'avoir répondu de façon superficielle"* car, à lire le rapport, ils considéraient peut-être qu'ils n'apportaient pas quelque chose de plus que ce que le département savait déjà. Ce qui est, en quelque sorte, la manifestation de la qualité de la réflexion qui avait déjà été introduite à l'intérieur du département et que le travail de la Commission a révélée.

*"L'IRCA s'est spontanément engagé avant même le lancement de la procédure dans une vaste consultation interne sur ses activités"; donc il y avait eu une préparation et "la profondeur des réflexions collectives fait apparaître que les conclusions de la commission ne sont parfois pas très originales ou très fortes car il y a consensus."*

De la conclusion j'extraie :

*"Le mérite principal de cette procédure de revue est plus d'agiter l'organisme et de l'aider à réfléchir que de lui apprendre ce qu'il devait faire."*





## REVUE EXTERNE DE L'IRCA

### PRESENTATION DU RAPPORT

**M. Chevaugéon**

Il est petit et il fait presque le maximum. C'est ainsi que peuvent être résumées le plus brièvement mais fidèlement les conclusions de la Commission d'Evaluation.

Avec 22 scientifiques seulement, l'IRCA est le plus petit des départements-filières du CIRAD. Il a l'avantage de concentrer tous ses moyens sur une seule plante et il a la chance d'avoir des interlocuteurs peu nombreux, capables de définir exactement leurs besoins, de suivre la progression de ses travaux et d'en appliquer les résultats.

Il n'en est pas moins remarquable qu'avec d'aussi petits moyens l'IRCA soit parvenu à être présent, parfois modestement, dans toutes les grandes régions hévéicoles et à entretenir des relations suivies avec les manufacturiers. Sa petite taille, par comparaison avec des organismes comme l'Institut de Recherche sur le Caoutchouc en Malaisie, ne l'a pas empêché, du moins jusqu'ici, d'affirmer sa compétence dans tous les maillons de la filière depuis la création de la plantation jusqu'à l'entrée de la balle de caoutchouc dans la manufacture.

Pour une part, le très bon rang de l'IRCA parmi les organisations de recherche spécialisées tient à son niveau exceptionnel d'ouverture sur l'extérieur. L'IRCA a construit méthodiquement les bases d'un progrès scientifique et technique continu en se remettant périodiquement en question, en sollicitant des conseils extérieurs et en procédant à des recrutements de qualité. L'IRCA sait mobiliser les compétences scientifiques et techniques qui peuvent l'aider à atteindre ses objectifs. Il entretient des relations serrées avec toutes sortes d'autres partenaires : des développeurs, des négociants, des planteurs industriels et des exploitants villageois.

L'IRCA jouit d'une excellente réputation auprès des treize autres instituts de recherche hévéicole. Il est significatif que l'IRCA, qui est le seul de ces instituts à ne pas être soutenu par une production nationale, détienne la vice-présidence de l'IRRDB, l'organisation internationale qui les fédère. Il est tout aussi significatif que l'IRCA soit le conseiller scientifique d'une autre organisation internationale, l'ACNA, qui réunit tous les pays producteurs d'Afrique.

L'IRCA n'a jamais eu de directeur scientifique pour animer l'ensemble de ses activités. Ce n'est pas sans inconvénient. Mais l'un des premiers, il a mis sur pied un Conseil Scientifique et Technique qui demeure un modèle à suivre, même si son succès tend à donner à ses réunions des caractères de grand'messe.

Le centrage sur une seule plante, l'ouverture voulue sur l'amont et sur l'aval, une équipe bien soudée et porteuse d'un projet collectif sont des atouts. Ils ne compensent pas tous les handicaps inhérents à la petite taille.

Pour nombre de ses programmes, l'IRCA dépend d'une ou deux personnes-clés: leur disparition, quelle qu'en soit la raison, serait difficilement compensée.

La faiblesse de ses moyens l'empêche de s'engager dans des voies nouvelles alors que ses acquis garantissent qu'il peut y apporter des contributions importantes. L'étude des systèmes de production villageois ébauchée en Asie du sud-est illustre bien le fait que le potentiel de l'IRCA dépasse de beaucoup ce qu'il peut réaliser effectivement. L'encoche sèche en offre un autre exemple.

L'IRCA est un département qui marche globalement bien. Sa petite taille et la qualité de ses dirigeants font que son administration est unanimement jugée efficace. Cela est assez rare pour être souligné. Mais cette bonne marche du département dépend d'un petit noyau de personnalités fortes qui ont été associées à l'histoire de l'hévéaculture française, à celle de l'Institut Français du Caoutchouc et à celle, plus récente, de l'IRCA. Leurs successeurs ne pourront pas se mouler dans un schéma d'organisation conçu par et pour eux. Il faudra revenir à un modèle d'organisation interne plus rationnel, aux responsabilités moins diffuses, aux hiérarchies plus claires.

L'IRCA a l'intention de modifier sa structure mais il n'a pas choisi entre plusieurs projets. La Commission propose que le Directeur du Département ait autorité directe sur l'Administration et sur une Direction Scientifique à créer. Cette Direction Scientifique s'appuierait sur le Conseil Scientifique et Technique du Caoutchouc existant et sur des groupes de travail thématiques à constituer. Elle aurait la responsabilité de trois Divisions. Ces Divisions gèreraient chacune simultanément la recherche, l'aide au développement et l'assistance technique. L'une des divisions serait centrée, comme maintenant, sur la Technologie. L'ensemble des autres services serait partagé entre deux Divisions; l'une regrouperait la Phytotechnie, l'Exploitation, l'Agrophysiologie et l'Agro-économie; l'autre réunirait l'Amélioration des plantes, la Physiologie Cellulaire et Moléculaire, la Défense des Cultures. Compte tenu de la taille du Département, et à défaut de créer un poste de Directeur Scientifique à part entière, le responsable des questions scientifiques pourrait être, *primus inter pares*, le Chef de l'une des Divisions proposées.

Autre conséquence de sa petite taille, l'IRCA n'a qu'une base où mener des recherches de portée générale et jouer un rôle international : Bimbresso. Or Bimbresso sert avant tout l'hévéaculture ivoirienne. Si l'on considère que dans les cinq millions de tonnes de caoutchouc naturel produites dans le monde, l'Afrique pèse moins de 7 % et la Côte d'Ivoire moins de 2 %, force est de constater que la Côte d'Ivoire bénéficie d'une recherche de dimension disproportionnée. Tôt ou tard, l'IRCA aura à tenir compte de la géographie de la production du caoutchouc naturel et à redéployer ses moyens. De l'avis de la Commission, mieux vaudrait qu'il s'y prépare dès maintenant.

Pour l'IRCA, comme pour la Commission, l'Asie, l'Indonésie et le Vietnam en priorité, semblent l'objectif géopolitique à moyen terme. La présence de l'IRCA en Amérique latine pourrait avoir un impact beaucoup plus marquant mais dans un avenir plus lointain. Le développement de l'hévéaculture y est entravé par la maladie sud-américaine des feuilles. Cette maladie, dont on fait un épouvantail, est un obstacle qui ne me semble pas avoir été abordé jusqu'ici avec suffisamment de bon sens et de moyens. Kourou ne remplit pas les conditions pour se substituer à Bimbresso mais un léger renforcement de l'IRCA en Guyane conforterait un bon site de recherche en protection de la culture et permettrait d'initier des opérations en génétique, en attendant que des conditions favorables se dégagent ailleurs en Amérique latine, à commencer par le Brésil.

Il ne faut toutefois pas perdre de vue que les recherches entreprises de longue date à Bimbresso assurent maintenant et pour longtemps des progrès continus dans des disciplines, comme la génétique et la physiologie, où toute interruption des programmes se traduirait par des retards de 5 à 15 ans. Les acquis doivent donc être préservés au mieux en Côte d'Ivoire.



D'un autre côté, l'IRCA a besoin d'être quelque part entièrement chez lui, sur une plantation propre où il serait maître de choisir ses programmes, de soumettre ses résultats à l'épreuve du développement et de former des cadres. Il n'est pas le seul département du CIRAD dans ce cas. Plusieurs autres départements centrés sur d'autres cultures pérennes sont dans la même situation. C'est peut-être dans un cadre élargi à l'ensemble de ces départements qu'il convient de rechercher une solution. Mais en toute hypothèse, il est impératif que l'IRCA jouisse des garanties d'indépendance et surtout de durée qu'exige l'expérimentation sur les plantes pérennes.

Ce redéploiement a toutes les chances d'être un succès car l'IRCA est un département du CIRAD qui sait préparer son avenir. En avance sur la procédure de revue externe, il a pris l'initiative d'effectuer une analyse critique de ses programmes et de proposer lui-même de nouvelles orientations de recherche.

La Commission approuve l'intention affichée par l'IRCA d'accroître encore ses efforts en recherche fondamentale et, dans cette optique, d'entretenir des relations étroites avec de nombreuses centrales scientifiques françaises et étrangères.

Dans le domaine de la physiologie du laticifère et de ses applications à l'exploitation de l'hévéa, l'IRCA fait preuve d'une excellence internationalement reconnue. Pour que ce domaine demeure l'un de ses axes majeurs de recherche, il lui faudra passer bientôt du niveau cellulaire au niveau moléculaire. Ses chercheurs et leurs associés en ont les capacités conceptuelles. Il faut leur en donner les moyens matériels, sous forme d'équipements, probablement en temps partagé dans un laboratoire commun du CIRAD, certainement aussi sous forme d'un renforcement en personnel. Ces moyens nouveaux sont immédiatement nécessaires pour progresser dans la compréhension du phénomène de l'encoche sèche. Ce mal frappe toutes les hévéacultures et tous les planteurs pressent l'IRCA de lui trouver une solution. Or son étiologie est encore en grande partie inconnue et les solutions passent nécessairement par la levée de cette inconnue.

En matière de sélection et de création clonale, l'IRCA a engagé en Côte d'Ivoire un programme à long terme qui commence de porter des fruits mais qui souffre de deux handicaps. L'un est le faible taux de succès des hybridations. L'autre tient au fait que les clones créés en Côte d'Ivoire n'y subissent à peu près aucune pression parasitaire : pour supplanter les clones anciens dans des régions moins privilégiées, y compris en Afrique, les programmes devront être infléchis. Cette dernière remarque vaut aussi pour la maladie sud-américaine des feuilles.

En défense des cultures, l'IRCA a enregistré des succès en ne consacrant à ce secteur que l'équivalent de deux temps pleins de chercheur sur le terrain. La pourriture des racines provoquée par le champignon *Fomes lignosus* est maîtrisée dans les plantations industrielles de Côte d'Ivoire. En tandem avec HEVECAM, l'IRCA a jugulé l'anthracnose des feuilles au Cameroun. Enfin, les maladies des panneaux de saignée sont partout convenablement combattues. Mais d'autres maladies d'origine parasitaire deviennent de graves facteurs limitants. Le dispositif en place est devenu insuffisant pour lutter contre l'anthracnose foliaire et l'Armillaire des racines au Gabon, contre le *Corynespora* au Cameroun. En Amérique latine, un succès contre le *Microcyclus ulei* aurait une résonance mondiale; les premiers travaux amorcés en Guyane sont encourageants mais les moyens engagés ne sont pas à la mesure du problème. La Commission ne peut qu'approuver l'intention de l'IRCA d'accorder plus de place à la protection de l'hévéa contre ses parasites et ses prédateurs.

L'agronomie, de son côté, doit mettre l'accent sur l'agrophysiologie, la physiologie de la plante entière et la physiologie du peuplement, les relations eau-sol-plante et les corrélations racines-tronc-couronne. D'autre part, les systèmes hévéicoles offrent des possibilités, qu'il convient d'explorer, pour la protection de

l'environnement, voire la régénération des milieux dégradés, notamment en zones marginales.

La technologie est une victime de l'histoire. L'Institut Français du Caoutchouc a été fondé par des planteurs établis en Asie pour promouvoir de nouveaux usages du caoutchouc naturel. Aussi l'IFC mettait-il fortement l'accent sur la recherche, le développement et l'enseignement technologiques. En 1975, la perte de ses sources principales de financement a entraîné l'éclatement de l'IFC en trois organismes : l'IRAP, au Mans, l'IFOCA à Vitry et l'IRCA. L'IRCA n'a aucune relation institutionnelle avec l'IFOCA et l'IRAP. Sa division de technologie est parvenue à préserver son existence en recherchant et en obtenant plusieurs contrats importants, notamment avec l'ONUDI, qui lui ont permis de recruter quelques hommes de valeur et d'acquérir des équipements. Il devient maintenant impératif que cette Division définisse clairement ses objectifs prioritaires et bâtisse ses programmes sur des critères rigoureux tels que l'existence d'une demande, la probabilité d'une application en cas de succès et des interactions fortes avec les autres secteurs de l'IRCA, à commencer par l'agronomie.

En agro-économie, les premières études entreprises sur les systèmes de plantation villageois en Asie du sud-est nous paraissent être une excellente initiative: plus des trois quarts de la production mondiale sont assurés par des petits planteurs peu ou pas encadrés et cette proportion paraît destinée à s'accroître. L'agro-économie est donc certainement un secteur à conforter, mais pas nécessairement au sein du département, peut-être dans le cadre d'un groupe de spécialistes des cultures pérennes. D'autre part, il ne nous semble pas que ce soit à l'IRCA d'appliquer lui-même ses résultats directement chez les petits planteurs: mieux vaudrait qu'il intervienne par l'intermédiaire des Services Nationaux de Recherche.

Au-delà de ces avis sur les axes principaux à privilégier dans chaque discipline scientifique, la Commission d'Evaluation recommande à l'IRCA d'accroître ses travaux aux interfaces entre l'agronomie, la physiologie et la technologie, entre la génétique et la défense des cultures, entre l'agronomie et l'économie.

Il reste deux points à examiner pour achever de présenter les principales propositions de la Commission.

L'un a trait à la politique de communication. La diffusion des travaux nous semble être l'un des points faibles de l'IRCA. Les chercheurs écrivent beaucoup - beaucoup de rapports périodiques et beaucoup de rapports de mission- mais publient très peu, à quelques exceptions notables près, notamment en physiologie. Il leur reste peu de temps pour des publications qui mettraient leurs résultats à la disposition des planteurs, des utilisateurs du caoutchouc naturel et des milieux scientifiques. De plus, le support de loin le plus utilisé, La Revue Générale des Caoutchoucs et Plastiques, n'est pas très approprié à la publication d'articles à caractère agronomique. Il serait peut-être plus satisfaisant de créer, avec d'autres départements du CIRAD, une revue axée sur les plantes pérennes.

En aval, la demande d'informations techniques plus fournies est unanime. On attend de l'IRCA plus d'avis, et plus rapidement, par exemple sur la phytotechnie, la typologie des clones, les systèmes de saignée, le remplacement des produits interdits à la vente ou l'évolution des normes. En l'absence d'informations diffusées directement par l'IRCA, des firmes phytosanitaires font abusivement référence à ses travaux. Sur le terrain, une forte demande s'est fait jour pour la tenue de "mini-C.S.T.C." locaux ou régionaux. Les dirigeants de grandes sociétés de plantation souhaitent que leurs cadres bénéficient de sessions de formation continue et de conférences d'intérêt général lors du passage de missionnaires.

La dernière recommandation a trait à la carrière des agents de l'IRCA. La Commission recommande de recruter préférentiellement des agents possédant une

culture générale qui leur permette d'occuper alternativement les différents emplois d'un même secteur. La Commission croit également souhaitable que l'effort très important consenti pour la formation des étrangers soit étendu à son personnel propre. Enfin, la Commission a été alertée par les craintes qu'éprouvent les jeunes chercheurs pour leur avenir. Privés de garantie de carrière par leur recrutement sur des contrats précaires d'assistance technique ou sur des ressources propres, beaucoup ont exprimé l'intention de quitter l'IRCA à brève échéance. Ce problème ne semble pas pouvoir recevoir une solution au sein de l'IRCA et il ne lui est pas particulier. Il serait peut-être moins difficile à traiter dans un cadre élargi à plusieurs départements voire à l'ensemble du CIRAD.

Pour résumer cette présentation du rapport de la Commission d'Evaluation, je dirai que l'IRCA est un département d'excellence à de nombreux points de vue et qu'il utilise bien les modestes moyens dont il dispose. La Commission estime que la faiblesse de ces moyens, notamment en personnel, constitue le principal facteur susceptible de limiter sa compétitivité.

Je ne veux pas terminer cet exposé sans souligner combien la tâche de la Commission d'Evaluation a été facilitée par la Direction et les agents de l'IRCA. Ce n'est pas seulement l'organisation matérielle de ses travaux qui a été parfaite. L'IRCA dans son ensemble s'est mobilisé de longue date pour débattre de ses activités, proposer des synthèses et réfléchir collectivement à ses orientations futures. Cela est sans aucun doute à l'origine du large accord qui s'est dégagé entre les membres de la Commission et les agents de l'IRCA. Qu'ils en soient tous très sincèrement remerciés.





## M. Gener

Avant d'examiner chacun des programmes, je pense qu'il est nécessaire de souligner quelques points concernant l'organisation de la Division d'Agronomie :

1. Dans son organisation sur la période 1985-90, la Division d'Agronomie s'articulait autour de 4 programmes de recherches : l'amélioration - la phytotechnie - la phytopathologie et l'exploitation/physiologie, auxquels il faut ajouter un certain nombre d'activités liées au développement et à la formation, appelées "liaison recherche/développement".

Durant la dernière décennie, à juste raison, 2 programmes ont été prioritaires : l'amélioration et l'exploitation/physiologie.

Ces 2 programmes, compte tenu des résultats obtenus et des perspectives, doivent continuer à être prioritaires, mais en même temps, il sera nécessaire, comme le recommande la commission d'Audit, de renforcer la phytopathologie et surtout de donner un nouvel élan au programme Phytotechnie/Agronomie.

2. Nous avons bien noté la recommandation de la revue externe concernant la nécessité d'aller vers une redéfinition de l'Agronomie à l'IRCA.

En effet, l'Agronomie à l'IRCA rassemble les disciplines contribuant à l'étude de la plante en relation avec son milieu, ce qui la place à un niveau qui intègre les autres disciplines. Or, la signification internationale est plus précise et pour s'en rapprocher, il convient de ramener l'Agronomie à une discipline comme une autre.

3. Jusqu'à présent, l'IRCA n'a pas eu de programme Economie bien défini.

Des travaux intéressants ont été menés en Indonésie, en Côte d'Ivoire et en Thaïlande, notamment dans le domaine de la socio-économie.

Les résultats commencent à être exploités en Côte d'Ivoire et en Indonésie.

Convaincu de l'importance de cette discipline, l'IRCA, en remaniant les implantations des postes "Enveloppe Recherche", créera en 1991, au siège, un poste d'Economie de la filière.

4. Selon les recommandations de la revue externe, la Division d'Agronomie, tout en restant favorable à l'organisation par filière, mettra en commun, avec les autres départements cultures pérennes, ses compétences et ses moyens, en priorité dans les domaines :

- bioclimatologie,
- pédologie,
- défense des cultures,
- économie.

5. Quels que soient ses programmes, la Division d'Agronomie a bien senti, et ceci depuis déjà de nombreuses années, la nécessité de rechercher des partenaires scientifiques en France ou à l'étranger.

Ces coopérations seront mises en évidence au cours de l'examen de chacun des programmes.

Notre objectif sera de continuer à favoriser ces collaborations.

6. Enfin, quels que soient les programmes, la Division d'Agronomie continue d'avoir le souci permanent d'oeuvrer avec et pour les utilisateurs que sont les planteurs (grandes et petites plantations).





# PHYSIOLOGIE - EXPLOITATION





## PHYSIOLOGIE - EXPLOITATION

Pr. Heller

**Le Service physiologie a pour but la connaissance et le contrôle du système laticigène.**

La biosynthèse du caoutchouc comprend d'abord une première étape très générale (Fig.1) où l'on part du saccharose pour arriver par une série de dégradations très classiques à un point clé, une véritable plaque tournante du métabolisme qui est le pyruvate. Dans ces étapes il y a une série d'enzymes qui sont effectivement déterminantes : invertase, GAP-déshydrogénase, pyruvate kinase; ce sont sur celles-là que l'IRCA a travaillé et a apporté des résultats absolument déterminants pour intensifier cette voie principale. Mais il y a aussi des sollicitations externes, la principale, la PEP-carboxylase qui vient se dériver sur la phosphoénol pyruvate et qui dérive vers le malate (organate dont l'importance est considérable mais qui va être perdu pour la synthèse du latex). Heureusement, il y a l'enzyme malique qui ramène ces métabolites vers le pyruvate. La PEP-carboxylase et l'enzyme malique ont aussi été étudiées par l'IRCA.

La 2ème étape concerne le passage du pyruvate au caoutchouc (Fig.2). Les fonctions physiologiques qui sont impliquées sont :

- une réduction,
- une fourniture d'ATP (énergie et phosphate)
- l'allongement de la chaîne à partir des différents isoprènes. Cet allongement se fait grâce au pyrophosphate, celui-ci fournit l'énergie et chaque fois qu'il y a un accrochement de ces wagons pour former le caoutchouc, un pyrophosphate est libéré dans le milieu, hydrolysé et donne du phosphore inorganique (minéral).

Parmi les paramètres physiologiques sur lesquels le laboratoire s'est particulièrement penché, il faut souligner le contrôle du pH. Le fonctionnement harmonieux des enchaînements enzymatiques exige des conditions de pH très rigoureuses et un milieu légèrement basique. Cela implique qu'il y ait des départs de protons qui se font vers les **lutoïdes**. Le Professeur d'Auzac et son laboratoire effectuent des recherches sur les pompes à protons. Celles-ci émettent des H<sup>+</sup> dans les lutoïdes. Ces études ont un intérêt triple: connaître et contrôler le fonctionnement de ces pompes à protons, connaître les échanges avec les lutoïdes correspondant à des réserves de la cellule laticifère, à l'intérieur des lutoïdes des enzymes qui s'échappent s'il y a rupture de l'enveloppe et qui causent des dégradations.

Autres paramètres métaboliques à considérer: le saccharose, l'ATPase (magnésium), les réducteurs qui doivent être protégés contre les risques d'oxydation (fonctions thiols comme dans le sang humain), les pyrophosphates, le phosphate inorganique. Enfin l'**expression génomique** fait appel à la biologie moléculaire, c'est une perspective dont il faut souligner le prix. C'est une étape très difficile à franchir, n'importe qui ne peut pas faire une biologie moléculaire sommaire, sous peine de ne pas s'en sortir, ni à cause de la technologie que cela implique, ni à cause de l'appareillage que cela demande. Il est bon si on s'oriente dans cette voie-là de continuer ce qui a déjà été amorcé : des collaborations avec des laboratoires tout à fait spécialisés.

La conclusion du travail de ce service a été le **diagnostic latex** qui pour l'instant ne comporte que 4 paramètres : saccharose, extrait sec, PI, thiols.

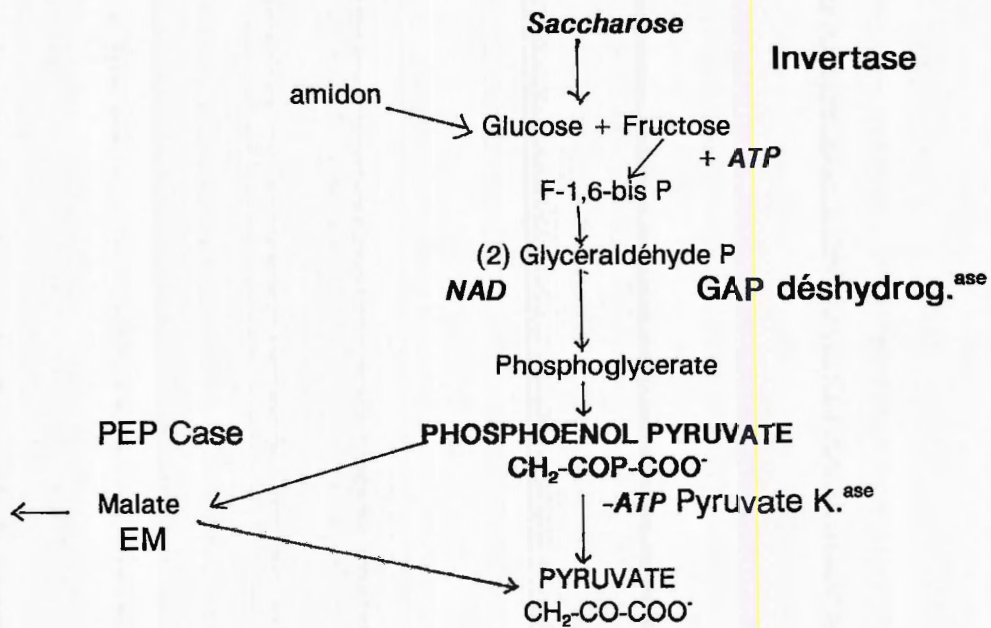
L'intérêt de perfectionner ce Diagnostic c'est qu'il permet de connaître instantanément la sous-exploitation ou la sur-exploitation et pour la sélection, la précocité.

Le reproche que l'on peut faire à ce diagnostic latex dans sa forme actuelle c'est qu'il demande un certain effort d'interprétation. Il faut, pour l'instant que des gens très compétents l'utilisent. Mais quand il y aura eu de nombreux contrôles sur le terrain, on pourra informatiser le système et le rendre plus automatique.

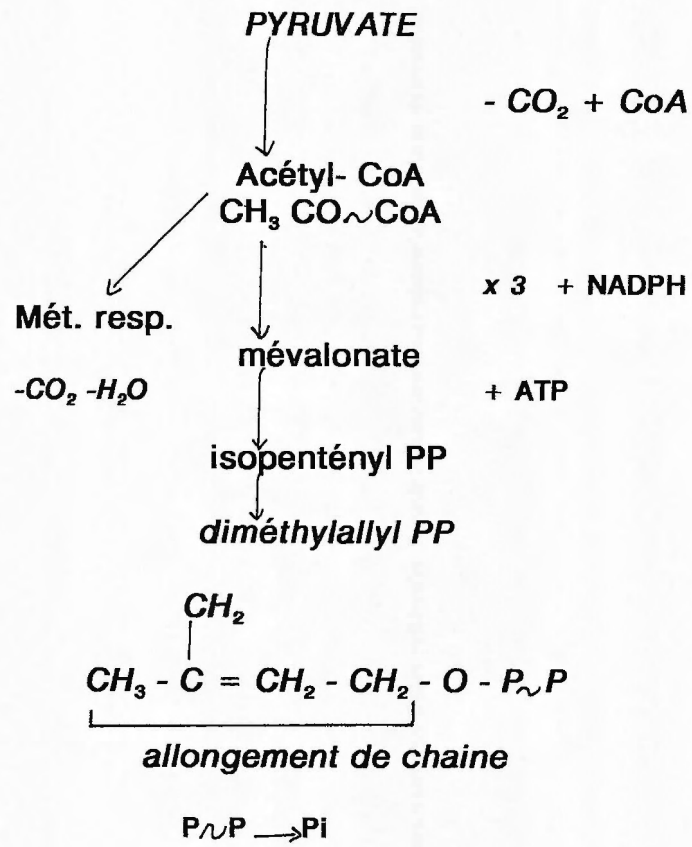


## PHYSIOLOGIE DE LA PRODUCTION

### Connaissance et contrôle du système laticigène



**Figure 1**



**Figure 2**

**L'autre service que j'ai eu à examiner : "La culture *in vitro*".**

Quand on voit les résultats, on ne pense pas à l'effort de mise au point considérable qu'il a fallu faire. Il concerne :

les sels minéraux,  
les vitamines,  
les hormones,  
le potentiel hydrique (rarement étudié),  
l'atmosphère gazeuse,  
la stimulation par les polyamines,  
l'inhibition par l'éthylène.

Deux approches ont été adoptées :

- l'embryogenèse somatique qui consiste à prendre un morceau du tégument interne de la semence; ceci a permis de brôler les étapes et d'arriver à des résultats tout à fait prometteurs mais qui vont demander encore pas mal de recherches;
- le microbouturage en partant des apex axillaires de jeunes plantules. Après avoir obtenu la prolifération des cals, le service a étudié les problèmes de la différenciation sur les plans histologique, biochimique et physiologique. Deux exemples : la détermination des bonnes séquences hormonales et le rajeunissement.

Figure 3 : bourgeonnement

Figure 4 : différenciation

Figure 5 : pépinière

Je conclus en soulignant que j'ai pu constater concrètement les 3 qualités maîtresses de ces services:

- la rigueur expérimentale avec laquelle les expériences sont conduites y compris quand c'est dans un but appliqué où trop souvent on se contente d'un empirisme antinomique d'une généralisation des résultats obtenus,
- la richesse des collaborations,
- la prééminence de ces deux services sur le plan international : par l'importance de leurs publications, par la renommée qu'ils ont acquise, par l'impact de leurs travaux. Ils sont au premier plan de la recherche internationale.



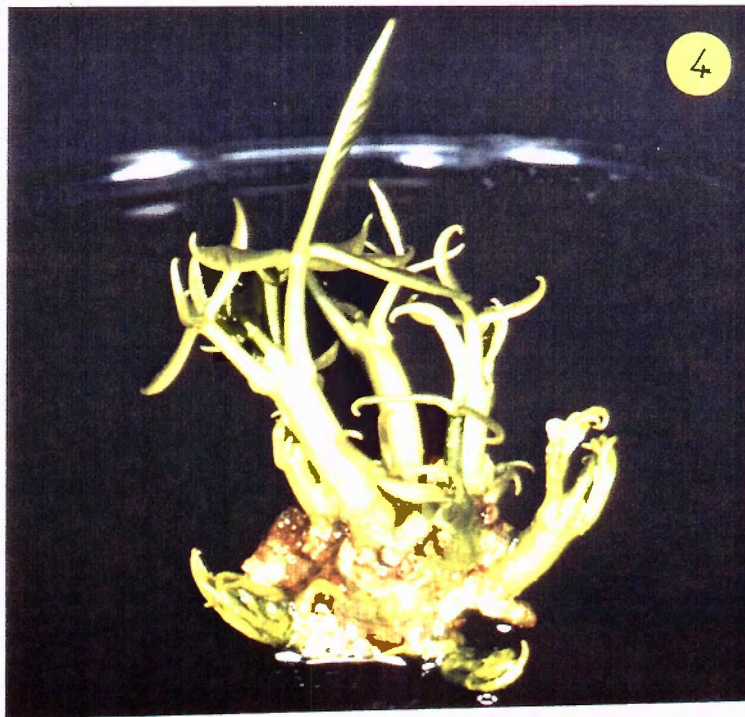


Figure 3 : bourgeonnement  
Figure 4 : différenciation  
Figure 5 : pépinière







## M. Jacob

Le programme de Physiologie-Exploitation se veut une ligne de recherches continue avec un objectif majeur : application des connaissances acquises à l'exploitation de l'hévéa.

Cet objectif nécessite une liaison et une coordination étroites dans les trois domaines complémentaires qui constituent son organisation : les recherches de base, les recherches appliquées et l'assistance aux plantations.

- Les recherches de base peuvent se faire au champ comme au laboratoire. Elles sont nécessaires pour comprendre les mécanismes biologiques qui régissent les processus impliqués dans la production de latex. Cette connaissance est indispensable pour progresser dans le contrôle du fonctionnement du système laticigène, et l'optimisation de son exploitation.
- Les recherches appliquées sont la suite normale des recherches de base. Outre leur dynamique propre, elles permettent de vérifier la validité des connaissances acquises au plan fondamental, de tester, d'adapter et de mettre en oeuvre les techniques qui en dérivent.
- Les résultats acquis sont alors utilisables au niveau des plantations, dans le cadre d'une assistance technique sous forme de recommandations et de suivi des surfaces exploitées.

Cet enchaînement logique n'est cependant pas univoque et si, dans un premier temps c'est le sens : recherches de base, recherches appliquées et assistance qui apparaît clairement, les problèmes techniques et scientifiques trouvés dans les domaines en aval alimentent les problématiques à étudier à un niveau plus fondamental. L'enchaînement est alors inversé.

### LES OBJECTIFS ET LES PROGRAMMES DES DIFFERENTS DOMAINES D'INTERVENTION

#### Les recherches de base

Dans ce domaine, la physiologie de la production est extrêmement vaste et elle a été focalisée par priorité sur la connaissance du système laticigène et sa problématique de base.

Les études entreprises et qui continuent dans ce sens, aboutissent à l'élaboration d'un modèle biologique qu'il est indispensable de perfectionner pour en préciser les mécanismes de régulation et les paramètres contrôlant son fonctionnement (Fig. 6).

Trois objectifs, grâce à ces connaissances, ont pu être définis. Détermination d'une typologie de fonctionnement des laticifères, caractérisation des critères permettant d'optimiser leur fonctionnement, étude des phénomènes et des causes de leur dysfonctionnement.

Les programmes mis en oeuvre, ou à entreprendre pour atteindre ces objectifs vont dans trois axes : dynamique de l'eau et production, biologie cellulaire de la production et expression génomique du système laticifère.

#### *. Dynamique de l'eau en relation avec la production*

Ce sujet est nouveau. Il va être abordé au niveau du panneau de saignée. Il nécessitera l'étude des aires drainées, des flux, des transferts hydriques et de la disponibilité en eau dans le sol et dans l'arbre.



Ces recherches seront intégrées dans une action plus vaste couvrant la problématique eau-sol-plante et prises en compte également par l'équipe de phytotechnie-agronomie.

#### *. Biologie cellulaire et production*

Ce domaine comporte trois volets

- Le premier est axé sur l'étude de certains aspects essentiels du métabolisme lié à la production. Deux actions sont, ou vont être engagées dans le futur proche.
  - \* Examen des processus énergétiques dont l'importance dans les mécanismes de la production a été clairement démontrée (dans ce cadre, par exemple le métabolisme du pyrophosphate est et sera abordé).
  - \* Examen du métabolisme des produits antisénescents ; à cet égard, le métabolisme du glutathion, dont on connaît l'influence majeure sur le maintien de l'intégrité des laticifères, est et sera lui aussi analysé.
- Le second volet recouvre l'étude des membranes dans le système laticifère et du fonctionnement de leurs composants, facteur majeur du contrôle homéostatique cellulaire. Il porte sur les membranes tonoplastiques (membrane lutoïdique) et sur le plasmalemme.
- Le troisième volet qui met en oeuvre les résultats et la méthodologie des deux autres, a pour objet d'analyser l'influence de certains facteurs tels que la stimulation sur les mécanismes déjà évoqués, et dans ce cadre, le phénomène de l'encoche sèche.

#### *. Contrôle de l'expression génomique du système laticifère*

Cette action nouvellement engagée tendra à tenter d'analyser les mécanismes nucléaires impliqués dans les modifications de l'expression génomique du système laticifère en liaison avec la production. Cette étude de longue haleine, indispensable à la compréhension des contrôles biologiques fondamentaux de la production, peut prendre quatre directions :

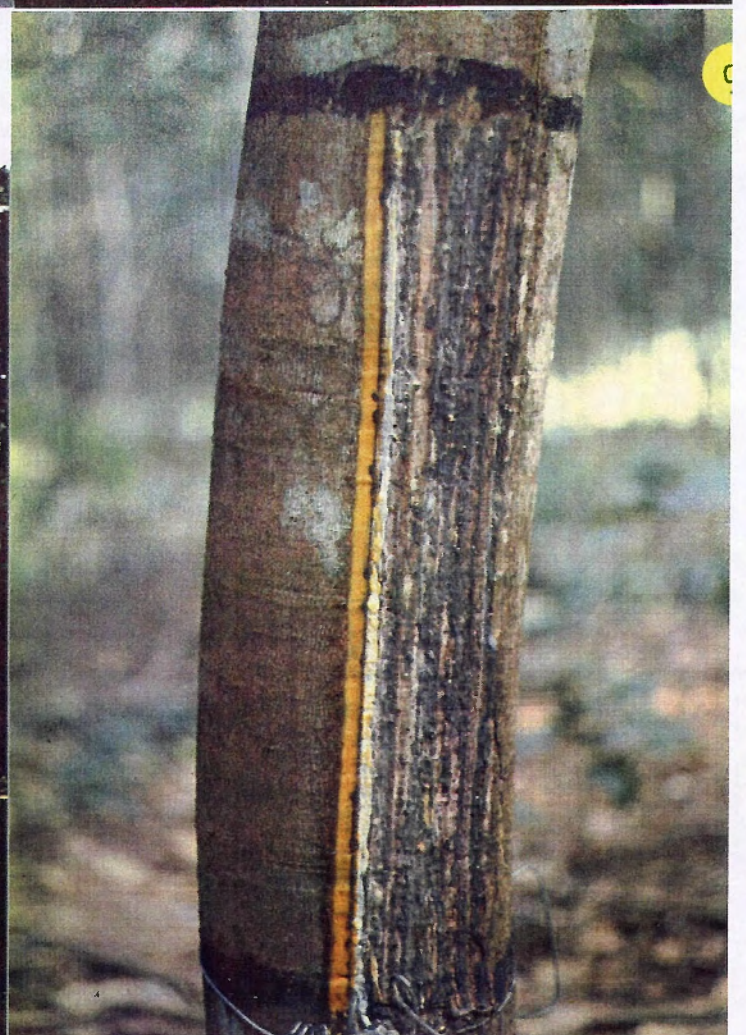
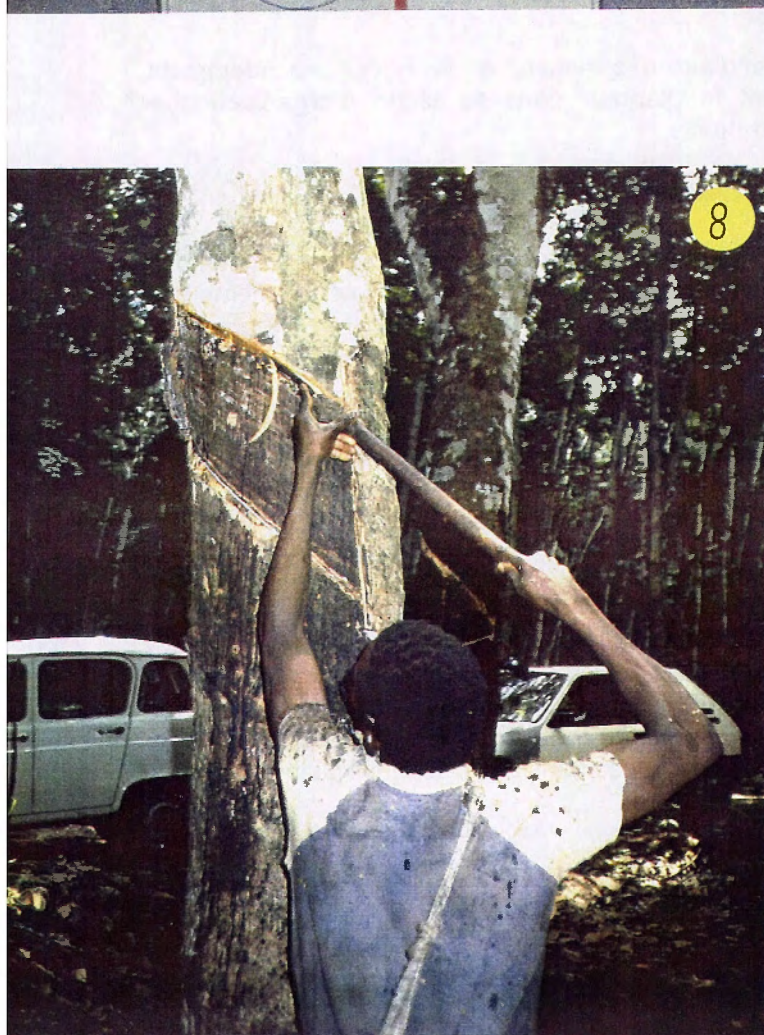
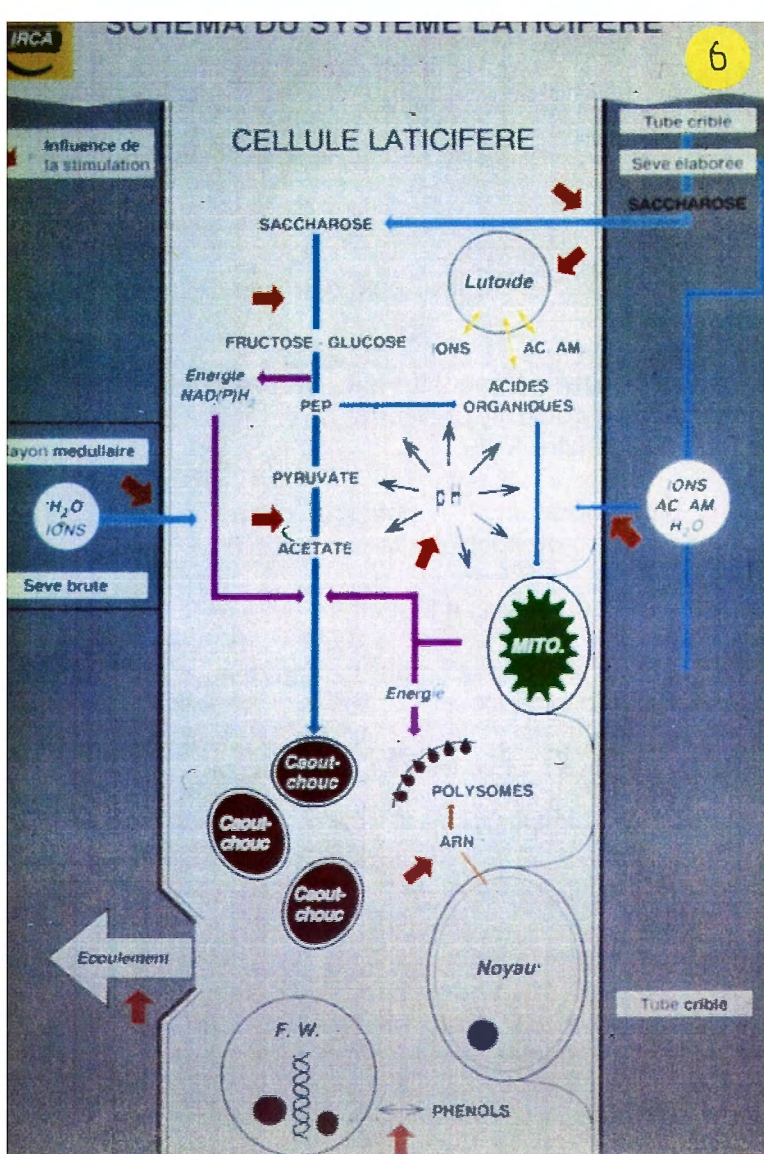
- influence de la stimulation,
- influence de la mise en saignée,
- influence de la typologie du système laticifère,
- influence de l'encoche sèche.

### **Les recherches appliquées**

Les recherches appliquées se situent essentiellement au niveau du terrain. Elles ont pour but de valider les hypothèses proposées par les recherches de base et d'utiliser ces résultats pour imaginer, mettre au point, ou étudier, les différents systèmes et les problèmes liés à l'exploitation. L'aboutissement de ce travail conduit à l'établissement de fiches techniques qui peuvent servir de bases à l'expérimentation, mais aussi aux recommandations faites dans le cadre de l'assistance technique aux plantations.

Schématiquement trois axes d'action peuvent être dégagés







- Etude du diagnostic latex, dans le but de tester d'autres paramètres et de faire évoluer sa méthodologie (Fig. 7).
- Etude de l'encoche sèche, au moyen d'analyse d'enquêtes dans les plantations, d'expérimentation d'induction ou de méthodologie préventive ou curative ; elle s'inscrit dans un programme pluridisciplinaire.
- Le troisième axe est de loin le plus important. Il a pour but d'étudier les paramètres susceptibles d'influencer sinon de contrôler la production.

Parmi les thèmes qu'il faut nécessairement poursuivre, il faut citer :

- Analyse du potentiel de production qui prend en compte les fréquences de saignées, de stimulation, la conduite de panneaux ...
- Adaptation des systèmes d'exploitation aux clones les plus utilisés.
- Examen de l'exploitation en conditions particulières (Fig. 8).
- Etude de nouvelles méthodes ou de nouveaux produits améliorant la production (Fig. 9).

Ces recherches appliquées sont, bien sûr, lourdes à mettre en oeuvre, doivent avoir une longueur d'expérimentation suffisante et par conséquent, le recul nécessaire pour que l'analyse des résultats soit significative. Elle peuvent s'exprimer dans le cadre de recherches d'accompagnement à de grandes plantations.

### **L'assistance aux plantations**

Les résultats acquis par l'intermédiaire des recherches évoquées précédemment, peuvent guider utilement et efficacement le planteur dans sa tâche d'organisation et d'optimisation de ses campagnes d'exploitation.

### **PHYSIOLOGIE-EXPLOITATION : UN PROGRAMME INTEGRE**

Si la cohérence interne du programme Physiologie-Exploitation est, comme je l'espère, assez claire, il faut souligner que ce programme au sein de l'IRCA est lui-même bien inséré dans les différents objectifs et actions de notre département et fait partie intégrante de la **pluridisciplinarité** qui caractérise le fonctionnement de ce dernier.

En effet, les recherches de base et les recherches appliquées sont associées à l'amélioration (par exemple la définition de critères biologiques utilisables au niveau de la sélection), à la phytotechnie dans le cadre des études eau-sol-plante, à la phytopathologie dans le domaine concernant l'encoche sèche, à la technologie enfin dans l'analyse des paramètres biologiques des laticifères en relation avec les caractéristiques physicochimiques de la particule de caoutchouc et (ou) de la molécule polyisoprénique.

Il ne faut pas oublier que ces recherches sont également en liaison avec une tâche de formation de techniciens ou de chercheurs, mais aussi de publications indispensables à la valorisation des résultats, tant fondamentaux qu'appliqués. Ces publications peuvent être, soit sous forme d'articles dans des revues scientifiques de bon, sinon de haut niveau, soit sous forme de rapports de synthèse, de posters ou d'exposés dans des réunions scientifiques, soit enfin sous forme de fiches techniques.





Cet effort de publication difficile et coûteux en temps est à encourager. Il concrétise la nécessité de synthèse, qui seule aboutit au progrès de la connaissance et de ses retombées appliquées à tous les niveaux.

L'assistance est à intégrer dans le cadre du développement (Fig. 10).

## LES COLLABORATIONS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

Le projet exposé peut paraître très, sinon trop ambitieux compte tenu des moyens en chercheurs et en matériel. Il faut atténuer cette impression par deux remarques :

La première est qu'une priorité stricte est et va être établie dans les sujets à traiter **en fonction des possibilités**. Rester réaliste dans l'élaboration d'un plan d'action expérimental pour atteindre les buts projetés, est autant un devoir qu'une nécessité.

La seconde, plus importante je crois, est que l'ensemble de ces études associe à l'IRCA beaucoup d'autres équipes. Cette collaboration étroite, déjà pratiquée, est je le pense, exemplaire. Elle permet la mise en oeuvre d'approches nouvelles et de techniques aussi sophistiquées que modernes, développées par les différents laboratoires spécialistes dans tel ou tel domaine. Elle se doit d'être soigneusement cultivée, réactualisée et enrichie.

Examinons la situation dans les différents domaines déjà évoqués.

### Recherches de base

Dans l'axe de la biologie cellulaire, les études poursuivies sur le métabolisme utilisent toutes les méthodologies avancées en enzymologie, radiomarquage, chromatographie (HPLC, affinité, filtration moléculaire), électrophorèse, microscopie électronique.

Outre les chercheurs de l'IRCA à Montpellier et en Côte d'Ivoire, elles associent les équipes de l'USTL (laboratoire du Pr d'Auzac) de l'ORSTOM (Dr Chrestin, Dr Marin de BIOTROP/CIRAD (Dr Michaux-Ferrière) et de certains instituts de l'IRRDB (Malaisie, Inde, Thaïlande, Chine).

L'étude des membranes met en jeu les techniques d'enzymologie et de spectrofluorométrie, mais également d'électrophysiologie. Il faut noter dans ce domaine, la collaboration avec l'ORSTOM Montpellier (Dr Marin), l'INRA Montpellier (Dr Gibrat du laboratoire du Pr Grignon) et l'Université de PARIS VII (laboratoire du Pr Rona).

En ce qui concerne la thématique eau-sol-plante nécessitant l'utilisation de méthodes de dendrométrie, de mesures de flux, d'osmométrie, de micromanométrie *in situ*, de techniques d'évaluation de l'eau disponible dans le sol, les physiologistes de l'IRCA vont travailler en pluridisciplinarité avec les phytotechniciens et les agronomes du département. Le laboratoire de l'INRA Avignon (Pr Pages) a commencé à oeuvrer dans le cadre de la rhizogénèse, interface sol-plante. Des contacts seront pris avec d'autres spécialistes de l'INRA (Avignon, Bordeaux) ou de PARIS VII (Pr Saugier) et les autres départements du CIRAD qui oeuvrent dans le même domaine (notamment IRCC et IRHO).

L'effort consenti dans cet axe de recherches dépendra surtout des moyens disponibles en fonctionnement, en chercheur et en matériel spécifique à cette approche.

Le volet biologie moléculaire, eu égard à la nouveauté de l'outil pour les chercheurs de l'IRCA, est celui où la demande de collaboration est, et sera, la plus importante.

Je n'évoquerai pas toutes les techniques de cet outil performant qui nécessite un matériel et une compétence très spécifiques. Je rappellerai seulement les rapports déjà établis avec l'Institut de biologie de Gif (laboratoire du Pr Guern), l'Université d'Orsay (Pr Quetier), l'ORSTOM (Dr Chrestin), l'INRA (Dr Gidrol, Dr Tepfer), la Faculté des Sciences d'Abidjan (Pr Sangare), l'équipe CIRAD de BIOTROP à Montpellier, la Rudger's Université (Pr Gaynor), l'Institut de biologie moléculaire de Singapour (Dr Kush).

### **Recherches appliquées**

La collaboration scientifique et technique dans le cadre des recherches appliquées est aussi très importante. Elle existe entre les équipes de l'IRCA localisées dans différents pays, mais également avec les organisations de recherches hévéicoles et les planteurs de ces pays.

En Côte d'Ivoire, outre ses recherches propres l'IRCA-CIRAD réalise des expérimentations avec la SAPH, la SOGB, HEVEGO, la société de Pakidié.

Au Cameroun, l'IRCA, dans le cadre de l'IRA, a des essais en collaboration avec la CDC, HEVECAM et la SAFACAM.

Au Gabon, l'IRCA mène des recherches d'accompagnement avec HEVEGAB.

En Indonésie, l'IRCA travaille au sein du BPPCS, composante du Rubber Research Institut of Indonesia (RRII) à Sembawa.

D'autres contacts bilatéraux avec l'Institut de Recherches du Caoutchouc de l'Inde ou avec l'Institut de Recherches du Caoutchouc de Thaïlande et à l'Université de Songkla sont aussi à rappeler.

Il ne faut pas oublier les rapports que nous avons avec les Instituts membres de l'IRRDB dans la structure des spécialistes du groupe Exploitation-Physiologie, qui se réunit régulièrement en "workshops" ou en réunions thématiques.

### **Assistance aux plantations**

Je terminerai en évoquant l'assistance aux plantations industrielles avec l'utilisation notamment du diagnostic latex. A cet égard je citerai la SAPH en Côte d'Ivoire, HEVECAM, la SAFACAM, la CDC au Cameroun et très bientôt nous l'espérons la SOCFINDO en Indonésie et la SOGB en Côte d'Ivoire.

Trois mots en **conclusion** qui se veulent les idées fortes de notre domaine et le résumé de ce bref exposé :

- coordination et continuité entre études de base, recherches appliquées et assistance technique,
- intégration à la pluridisciplinarité qui fait la force de notre département IRCA,
- collaboration et coopération dans tous les domaines évoqués, tant il est vrai que l'union fait la force.





## M. Carron

L'objectif prioritaire des cultures *in vitro* depuis plusieurs années est la mise au point d'une technique de multiplication végétative à l'aide du microbouturage et de l'embryogenèse somatique.

Pour cette dernière les résultats obtenus nous amènent à poursuivre dans trois orientations:

- obtention d'un phénomène répétitif d'embryogenèse, à partir d'un cal réactif,
- maîtrise du développement en plantule des embryons somatiques,
- étude comparée de l'ontogenèse des embryons zygotiques et somatiques.

Pour le microbouturage on a 3 types d'activités

### 1. Recherche

---> Optimisation du procédé sur le plan biologique :

- technique de rajeunissement des clones,
- typologie du matériel végétal *in vitro*,
- conditionnement des rameaux pour l'enracinement.

---> Intégration de la Culture *in vitro* dans les autres disciplines de recherche sur l'Hevea : Amélioration, Phytopathologie, Phytotechnie.

### 2. Développement

---> Applications du procédé :

- sur un grand nombre de clones recommandés,
- mise en place de cellules d'acclimatation près des grandes plantations,
- amélioration de la rentabilité économique du procédé à tous les niveaux.

### 3. Production

Fourniture de vitroplants de différents clones, à l'échelle de X x 10 000 exemplaires à l'IRCA et aux différents partenaires de la SMH, afin de :

- mettre en place des surfaces de plantation et des champs expérimentaux,
- valider le procédé mis au point à une grande échelle en vue d'une production industrielle.

## Collaborations scientifiques

Ces travaux sont réalisés dans les laboratoires de BIOTROP-CIRAD et SMH-Agropolis, en relation avec :

- Université USTL (Prof. d'Auzac)
- Université Paris VI (Prof. Miginiac) : dosage des phytohormones
- CEPE-CNRS Montpellier (A. Berger) : dosage des paramètres hydriques
- INRA-Avignon (L. Pages) : étude des systèmes racinaires
- INRA-Versailles (D. Despréaux) : étude des maladies de racines

## DISCUSSION

### Pr. Donet

On est frappé par l'ampleur du domaine couvert, par la dimension de l'équipe et par l'extraordinaire réputation internationale que cette équipe a acquise. Participant régulièrement aux conférences internationales du caoutchouc j'ai été frappé à plusieurs reprises par l'impact des travaux de l'équipe IRCA.

Cet impact est dû à la connaissance des travaux par les spécialistes c'est-à-dire par les publications. Etant donné la variété des sujets il est évident que toutes les publications ne peuvent se faire dans la même revue. Plusieurs revues sont intéressées par la publication de ces travaux. La langue mondiale c'est l'anglais. Ce ne sont pas nos revues nationales qui peuvent suffire, je suis très dubitatif sur la suggestion de créer une nouvelle revue, car il y a déjà trop de revues. La solution est plutôt la fusion de revues pour créer de véritables revues européennes ou internationales. Il y a plusieurs français au comité de rédaction du "Journal of Natural Rubber Research" on peut certainement obtenir dans cette revue une place plus grande. J'insiste pour dire qu'il serait illusoire de vouloir lancer une nouvelle revue française sur ce sujet.

### M. Chevaugnon

La physiologie IRCA publie beaucoup et dans d'excellentes revues internationales et même sous forme d'ouvrages collectifs internationaux. Pour les autres disciplines les publications réelles sont extrêmement rares. Or au sein du CIRAD deux autres départements s'intéressent aux plantes pérennes, ils ont leur propre revue qui ont une grande audience internationale et un grand succès: Oléagineux pour l'IRHO et Café, Cacao, Thé pour l'IRCC. La commission a proposé une revue "Plantes Pérennes" au lieu de deux revues et demie.

### M. de Padirac

La Revue Générale du Caoutchouc et des Plastiques a le caractère assez exceptionnel d'avoir comme support les 12 organisations professionnelles existant sur le caoutchouc naturel, sur le caoutchouc synthétique et sur les plastiques. Elle est véritablement l'organe de la profession. Lorsque les publications y paraissent elles intéressent au premier chef ceux qui achètent le caoutchouc naturel (les transformateurs et ils sont tous abonnés à cette revue) et il est intéressant pour les producteurs de naturel (notamment l'IRCA) de savoir ce qui se fait chez les concurrents.

### M. Bresson

En tant que représentant des industries transformatrices du caoutchouc j'approuve fortement ce que vient de dire M. de Padirac. La Revue



Générale du Caoutchouc a l'énorme avantage d'associer très étroitement amont et aval du caoutchouc. Les articles publiés par les spécialistes de l'IRCA ont une très grande audience chez les transformateurs, j'irai même jusqu'à dire qu'il n'y en a pas suffisamment; il serait bienvenu que des articles complémentaires puissent se manifester.

Dans le domaine des publications il serait opportun de se rapprocher d'organismes qui ont des supports internationaux importants par exemple le Muséum avec qui j'ai la possibilité de développer ce genre de contact pour le compte de l'IRCA (secteur Agronomie tropicale).

Pour la technologie, jamais les relations entre l'IRCA et la transformation du caoutchouc ne se sont aussi bien développées. Elles ont abouties à des coopérations très fortes comme par exemple une opération commune IRCA-SEDICA qui est en train de se développer au Cameroun. Dans d'autres secteurs comme les Philippines des collaborations nous sont réservées.

**M. de Padirac**

Concernant la petite taille de l'IRCA: l'IRCA est petit, nous le regrettons, nous espérons bien qu'après la revue externe il sera possible d'en accroître les moyens. Mais quand des problèmes sont exposés ici ce n'est toutefois qu'une partie d'un ensemble plus vaste étudié dans le cadre du Conseil International de la Recherche et du Développement sur le Caoutchouc (IRRDB). C'est le cas pour le Microcylus et pour l'Encoche sèche. Ces deux sujets font l'objet de programmes internationaux pour une recherche de financement vers le 2<sup>e</sup> guichet de la CNUCED (soutien des prix des matières premières par des opérations de recherches). Donc les programmes de l'IRCA doivent être pensés dans un cadre plus large, du CIRAD bien sur, mais aussi de l'IRRDB.

**Mme Dattée**

J'ai été très intéressée par le fait qu'il y aurait une comparaison entre le développement de l'embryon somatique et le développement de l'embryon zygotique. Pour l'hévéa cela peut présenter un intérêt particulier compte tenu des difficultés que l'on a à produire des semences en conditions contrôlées pour faire les programmes d'amélioration génétique. Cette comparaison a aussi pour objectif de pouvoir lever un certain nombre de questions sur les problèmes de fécondation et de développement de l'embryon dans la graine.

**M. Carron**

Au niveau développement de l'embryon, certainement; au niveau fécondation, non, car on ne descendra pas à ce niveau d'étude. Celle-ci commencera avec des embryons âgés de un mois après fécondation, des embryons comparables aux embryons globulaires que l'on peut avoir sur les cals d'embryons somatiques. Cette étude sera profitable le jour, prochain j'espère, où on pourra engager une recherche spécifique pour améliorer le développement d'embryons zygotiques prélevés de façon très précoce au niveau de la graine pour sauver des hybrides ayant des difficultés à arriver à maturité.

**M. Rémy**

Ce n'est pas de notre domaine de donner un avis sur un projet à 5 ans.

Quelques idées quand même :

- à l'origine, les Instituts ont été créés pour répondre à un besoin des planteurs dans la production et l'utilisation du caoutchouc; on parle maintenant de publications internationales - c'est certainement très intéressant mais où est le planteur là-dedans ? Dans Oléagineux il y a toujours une page pratique qui s'adresse aux planteurs. Cette page pratique dans le caoutchouc nous ne la voyons plus guère;
- il y a 22 personnes qui se penchent sur les problèmes du caoutchouc; quand ces messieurs auront passé leur thèse, qui

est un échelon obligatoire dans leur cursus scientifique, que restera-t'il du caoutchouc dans leurs travaux ? Une publication au niveau d'une université et après on n'en parlera plus guère.

**M. d'Auzac**

Cela fera partie du thésaurus, de la somme de connaissances que nous aurons encaissées, elles auront un jour ou l'autre des retombées pratiques, appliquées.

**M. Poly**

Les gens peuvent être formés sur le caoutchouc et faire autre chose après.

**M. Rémy**

Les Britanniques organisent dans une université britannique des cours de formation de gestion de plantation; une chose pareille est-elle pensable dans les zones de production de caoutchouc d'Afrique francophone et peut-être dans les pays d'ex-Asie francophone si on a l'espoir que l'IRCA puisse y retourner ?

**M. d'Auzac**

A priori cela serait éminemment souhaitable mais ce genre de travail ne peut se faire qu'en collaboration étroite avec les planteurs, cela ne peut être qu'une opération mixte, c'est une idée qu'il convient de noter.

**M. Jacob**

On ne peut pas dissocier les recherches de base des recherches appliquées. Si on veut vraiment assurer des résultats intéressants au niveau des recherches fondamentales, il faut faire l'effort de publier, ce qui permet de faire la synthèse et l'analyse de ces résultats.

**M. Rouland**

J'ai trouvé la synthèse de M. Chevaugnon extrêmement intéressante, sur l'ensemble des points; je pense qu'elle répond bien à ce que pensent les producteurs. J'ai noté la nécessité pour la sélection de sortir de Côte d'Ivoire et ses conséquences sur les études et suivis en microbouturage.

Les problèmes de formation abordés par M. Rémy sont intéressants, il faudrait organiser des réunions; sur place au Cameroun et en Côte d'Ivoire à l'occasion de passage de personnel technique de l'IRCA.

Dans l'ensemble cette synthèse répond beaucoup aux sentiments des producteurs.



# DEFENSE DES CULTURES





## DEFENSE DES CULTURES

### MM. Chevaugeon-Despréaux

#### M. Chevaugeon

Il est remarquable que l'IRCA enregistre des succès avec, sur le terrain, l'équivalent de deux temps pleins de chercheur seulement, l'un en Côte d'Ivoire et l'autre partagé par quart et par demi entre le Cameroun, le Gabon et la Guyane. Avec d'aussi faibles moyens, les maladies de panneaux sont convenablement maîtrisées partout, les travaux menés à Bimbresso sur le pourridié à *Fomes lignosus* ont abouti à des préconisations jugées satisfaisantes pour les plantations industrielles de Côte d'Ivoire. Enfin, au Cameroun, en conjonction avec HEVECAM, le problème de l'antracnose des feuilles a trouvé une solution élégante.

Mais l'Afrique ne représente que 7 % de la production mondiale de caoutchouc naturel, la Côte d'Ivoire 2 %. Aussi l'IRCA a-t-il l'ambition de renforcer à moyen terme sa présence en Asie et, à échéance plus lointaine, de s'implanter en Amérique latine.

Or, dès maintenant, Bimbresso est hors d'état de jouer pleinement le rôle d'une base centre à la tête d'un réseau international en matière de maladies, ne serait-ce que parce que la Côte d'Ivoire bénéficie d'une situation sanitaire privilégiée, même par rapport à d'autres pays producteurs africains. Contrairement au Gabon et à l'Afrique centrale, le pourridié à Armillaire, y est pratiquement absent. Contrairement au Cameroun et au Gabon, l'antracnose foliaire n'y a aucune incidence mesurable en plantation. Et contrairement à ce qui vient d'arriver dans une partie du Cameroun, le *Corynespora cassicola* n'y est pas nuisible actuellement.

Pour compléter cet inventaire, il faut encore ajouter la sécheresse d'encoche, qui demeure une énigme entière, le *Loranthus* qui ne pourra pas être négligé encore longtemps et la maladie sud-américaine des feuilles qui est une menace permanente pour toute l'hévéaculture.

Face à cette pathologie, il est clair que, même conforté depuis deux ans par l'installation à Versailles d'un phytopathologiste confirmé, le dispositif en place n'est pas satisfaisant. Les moyens actuellement affectés à la protection de l'hévéa sont à la fois trop légers et mal distribués. L'IRCA en a pleinement conscience. Mais il y a aussi, me semble-t-il, à revoir les priorités accordées à certains axes de recherche.

Certes, le tableau des parasites et prédateurs demeure simple. Il n'y a toujours aucun virus, viroïde ou mycoplasme identifié avec certitude. Une bactérie polyphage serait associée à un dépérissement de l'hévéa, mais elle n'est signalée qu'au Brésil. Hors d'Amérique latine, les insectes consistent en quelques prédateurs non spécifiques, nuisibles surtout en pépinière où il est facile de les combattre. Si l'on met à part l'"encoche sèche" dont l'étiologie est encore inconnue, les pertes les plus graves sont dues à des maladies provoquées par des champignons. La priorité accordée globalement aux affections cryptogamiques ne paraît pas à remettre en cause. Mais quelle place convient-il d'accorder à chacune de ces affections et comment lutter contre?

#### M. Despréaux

Dans le cas du Fomes, les travaux réalisés jusqu'à présent ont portés principalement sur la mise au point de méthode de lutte chimique (Fig. 11).

Comme l'a déjà signalé le Professeur Chevaugeon, les progrès réalisés dans ce domaine dans les plantations industrielles de la Côte d'Ivoire sont tout à fait satisfaisants.

Les derniers résultats des essais réalisés dans les plantations industrielles du Cameroun et du Gabon sont aussi très encourageants.

Il subsiste cependant deux cas pour lesquels les solutions préconisées n'apparaissent pas toujours suffisamment efficaces :

- d'une part le cas des plantations villageoises, où les mesures phytosanitaires recommandées restent mal appliquées.
- d'autre part, et c'est peut-être le point le plus important, le cas des replantations.

J'ai pris ici pour illustration l'évolution de la mortalité dans une plantation située en Indonésie (Fig. 12).

Les traitements phytosanitaires y sont réalisés avec beaucoup de rigueur et depuis 1986, la préparation des sols avant planting y est excellente.

Pourtant comme vous pouvez le constater, les taux de mortalité relevés en 1990 sont très élevés.

Pour mieux comprendre l'ensemble des phénomènes concernés, il nous a paru important de consacrer un peu de temps à la mise au point d'outils de recherches performants et fiables.

D'autre part, la lutte chimique étant coûteuse, non seulement en produit, mais aussi en main d'oeuvre, il nous a semblé nécessaire d'associer à nos travaux d'autres types d'approches dans la mise au point des méthodes de lutte, comme par exemple l'étude du potentiel de résistance génétique de l'hévéa (Fig.13).

C'est ainsi qu'une collection d'isolats d'origines très diverses a été rassemblée en France, et que l'étude de leur variabilité a été entreprise, et ce au niveau des protéines, des enzymes et des acides nucléiques.

Des sérums spécifiques ont été élaborés, et certains caractères de la population identifiés.

L'objectif poursuivi maintenant est d'étudier plus en détail les relations hôte-parasite par le développement des détections avec les méthodes immunoenzymatiques,

- soit en champ sur des hévéas naturellement infectés
- soit au laboratoire sur du matériel clonal contaminé artificiellement.

Ces travaux sont accompagnés sur le terrain par un vaste réseau d'expérimentation, établi en Côte d'Ivoire, au Cameroun, au Gabon et en Indonésie, permettant de tester les nouveaux fongicides, les nouvelles formulations et les nouveaux modes d'épandages.

Dans des essais à petite échelle comme ici, ou directement dans les plantations (Fig. 14).

Le problème soulevé par l'Armillaire est beaucoup plus récent pour l'IRCA (Fig.15).

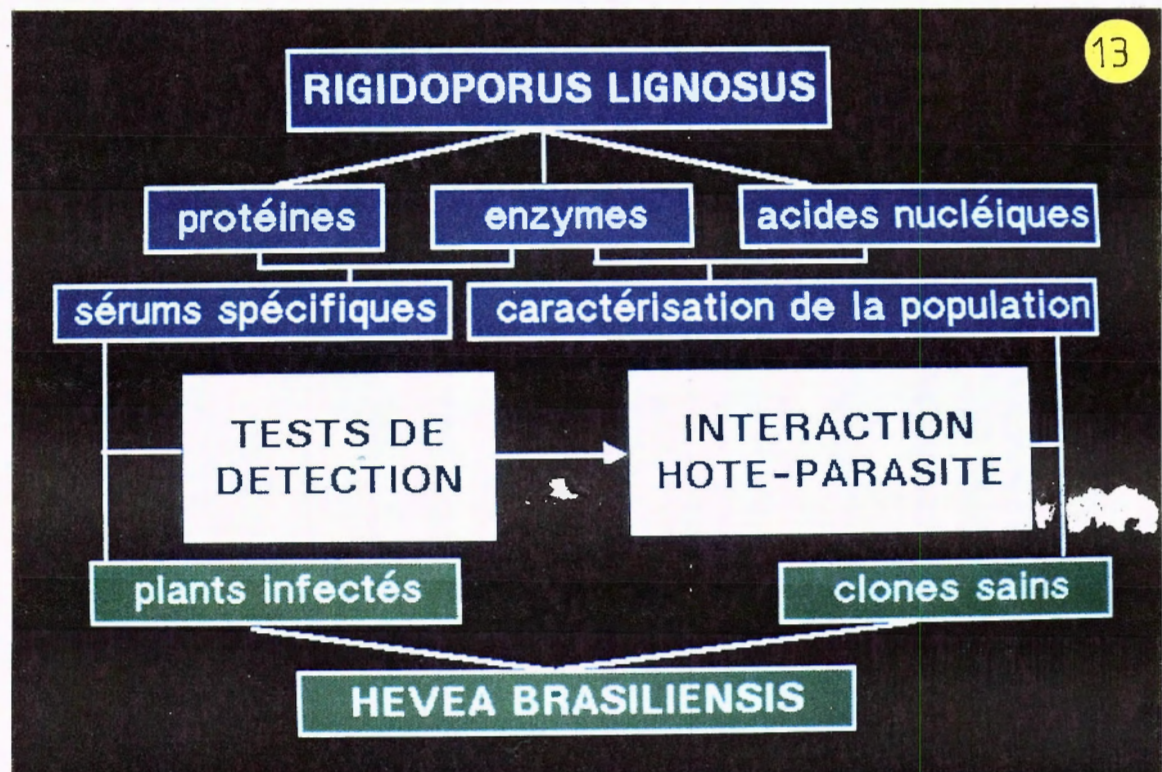
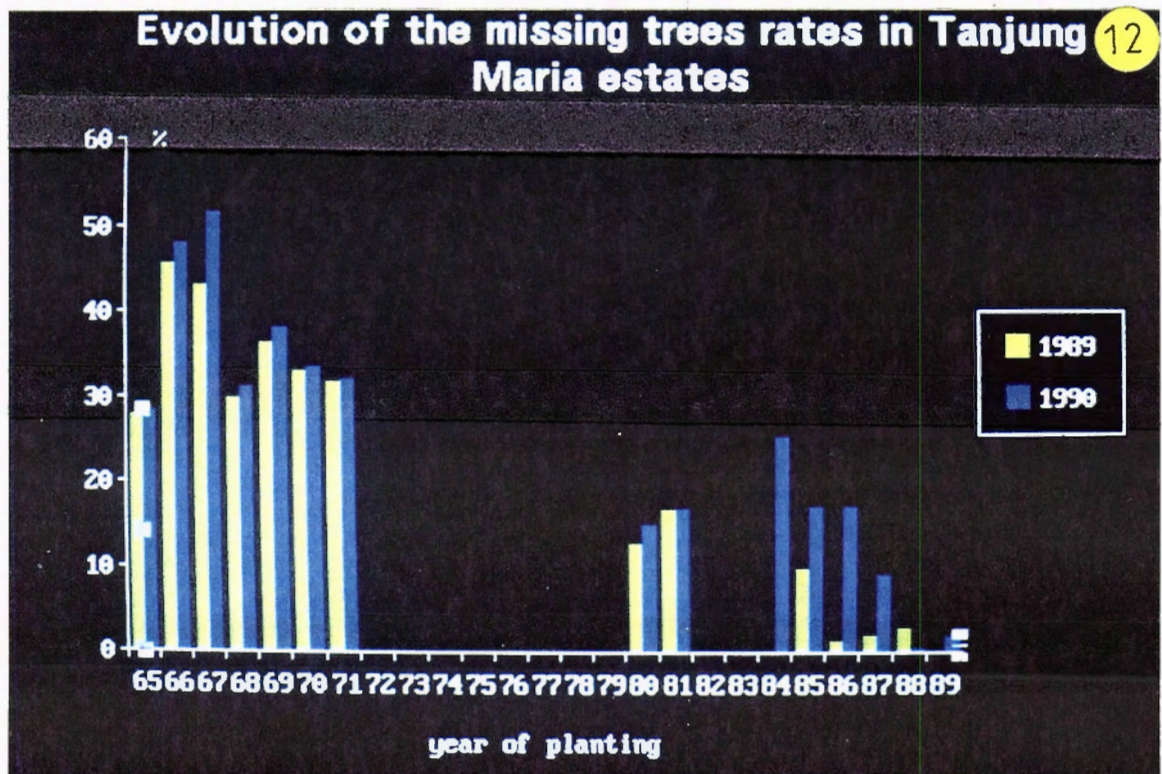
Jusqu'à un passé très récent, cette maladie n'avait pas ou seulement très peu d'incidence dans les plantations où l'IRCA intervenait.

Aujourd'hui, l'Armillaire sévit gravement dans les nouvelles plantations du Gabon. Les dégâts sont estimés au tiers des pertes dues aux pourridiés dans leur ensemble.

Or il n'existe actuellement aucune méthode de lutte connue autre que le fameux "couper-brûler".

Face à ce problème particulier, des actions spécifiques ont été entreprises dès 1989. Il s'agissait dans un premier temps de mettre en place le dispositif d'observation de base sur le terrain, accompagné des premières expérimentations, en particulier des essais fongicides.







Pendant l'année 1990,

- l'identification fine du parasite a été abordée en collaboration avec l'INRA et
- un système de relevés périodiques permet d'étudier les modalités d'évolution de la maladie.
- Un volet de recherches concernant les relations hôte-parasite a été initié avec la tentative de mise au point de méthode d'inoculation artificielle sur plantule.

Ces travaux doivent être poursuivis en 1991, avec comme objectif supplémentaire la mise au point de méthodes de détection précoce.

### M. Chevaugnon

En matière de maladies cryptogamiques des racines, faut-il, après l'échec des tentatives de l'ORSTOM, accorder une priorité à la détection du *Fomes* par sérologie comme cela est en cours à Versailles? Pour ma part, je ne vois pas ce que cela apportera aux plantations industrielles de Côte d'Ivoire et je ne vois pas comment cela améliorera la protection des plantations villageoises. Certes, au Cameroun, au Gabon et en Indonésie, la simple transposition de la méthode de détection et de lutte efficace en Côte d'Ivoire ne paraît pas satisfaisante. On soupçonne que la pénétration du champignon y interviendrait bien avant qu'il n'atteigne le pivot et ceci réduirait l'efficacité du traitement chimique tel qu'il est pratiqué, autour du collet. C'est cette hypothèse qui, me semble-t-il, est à mettre à l'épreuve en priorité et, si elle vient à être validée, ce sont les modalités du traitement chimique qu'il faut réviser. Dans l'immédiat, il faudra alors s'orienter soit vers un traitement préventif externe étendu aux racines latérales, et les formulations granulées peuvent être un progrès immédiat, soit vers un traitement interne préventif et curatif et il faut d'urgence identifier des fongitoxiques systémiques et un mode d'application qui leur permette de se répandre dans l'ensemble de l'appareil souterrain. A terme, la lutte génétique peut apporter une meilleure solution. A Bim-bresso, plusieurs arbres résistent à des inoculations expérimentales sévères répétées depuis de nombreuses années. Il est grand temps de les multiplier par microbouturage pour vérifier leur bon comportement car l'utilisation de porte-greffes clonés est devenue possible.

Un autre pourridié, provoqué par un Armillaire, sévit au Gabon. Il n'y a pas actuellement de méthodes de détection ni de méthodes de lutte satisfaisantes. On ne sait pas très précisément à quelle espèce d'Armillaire on a affaire ni même s'il n'y en aurait pas plusieurs. Mais est-il prioritaire d'identifier finement le champignon, comme cela est en cours? Les planteurs gabonais ont besoin d'une solution rapide. Elle ne paraît pouvoir venir que d'un traitement chimique. N'est-ce pas sur l'identification de molécules actives et sur le mode de traitement qu'il faut faire porter le premier effort?

Pour en terminer avec les racines, une question doit encore être brièvement évoquée.

Elle concerne des champignons mais ceux-ci sont utiles. Dans leur milieu d'origine, les hévéas souffrent beaucoup moins des maladies de racines qu'en Afrique et en Asie. Ce pourrait être un effet de leur association avec des champignons mycorrhiziens. Un chercheur allemand les étudie à Manaus. Mais ailleurs, on n'a nulle part cherché à savoir si l'hévéa n'aurait pas été privé de champignons protecteurs lorsqu'il a été exporté d'Amérique sous forme de graines ou de bois de greffe. C'est une lacune aisée à combler et, le cas échéant, le rétablissement des associations entre les racines et leurs champignons symbiotiques serait d'une extrême simplicité. Il y a là une lacune qui peut être vite comblée et cela peut rapporter gros.







## M. Despréaux

### LES MALADIES DES ORGANES AERIENS

Les études en cours sur les maladies des organes aériens portent sur trois champignons parasites :

- Colletotrichum,
- Corynespora,
- Microcyclus.

Le Colletotrichum avait d'abord été l'objet d'études approfondies au Cameroun.

Ces études ont permis la mise au point d'une méthode d'esquive par défoliation artificielle anticipée déjà citée par le Professeur Chevaugnon.

Lorsque la maladie est apparue quelques années plus tard au Gabon, la première idée a été de transposer la méthode utilisée efficacement au Cameroun dans les plantations gabonaises.

Après 3 ans d'expérimentations multiples, il semble que cette méthode d'esquive soit difficilement applicable dans les plantations gabonaises.

En 1991, les études sur la défoliation seront poursuivies, mais l'accent sera mis sur l'intensification des recherches en matière de lutte chimique.

Ce volet de recherche est important car il concerne l'ensemble des maladies de feuilles.

En effet, pour aucune d'entre elles, la lutte chimique n'a pu être développée en plantation.

Pourtant, il ne s'agit pas d'un problème d'efficacité des fongicides puisque ces maladies peuvent être maîtrisées en pépinières. Il existe donc bien des molécules actives.

En fait, l'efficacité de la lutte chimique en plantation dépend plutôt de la mise au point des modes de traitements.

On peut illustrer les difficultés rencontrées avec un atomiseur portable (Fig. 16) et avec un atomiseur bricolé afin d'atteindre la cime des arbres (Fig. 17).

Trois voies de recherches s'offrent aujourd'hui à nous :

- La thermonébulisation, utilisée en traitement insecticides, très peu développée en traitement fongicides,
- la fumigation, encore peu explorée,
- et l'injection directe dans les troncs, qui pour d'autres maladies a donné des résultats très encourageants.

Il est cependant indispensable d'associer une firme phytosanitaire à ce type de travaux pour pouvoir obtenir les formulations adéquates. Or le partenariat est très difficile à établir, car le marché étant aujourd'hui inexistant, les firmes ne manifestent aucun désir de s'investir dans de telles recherches.

Comme l'Armillaire, le Corynespora est un problème tout nouveau pour l'IRCA.

Les dégâts provoqués par ce parasite au Cameroun depuis 2 ans ont conduit à en faire le thème de recherche prioritaire dans cette région.

Les premières études qui ont été entreprises portent sur la symptomatologie et l'identification du parasite.

En effet, le symptôme en arrête de poisson ne semble pas s'exprimer dans tous les cas et sur tous les clones.

D'autre part, les très fortes ressemblances entre les *corynespora* et les *Helminthosporium* rendent difficiles les identifications, même sous microscope.

D'autres études concernent la gamme d'hôte du parasite pour savoir s'il existe des plantes réservoirs et la répartition géographique de cette espèce en Afrique.

Des observations de bases pour l'élaboration des futures méthodes de lutte, par esquisse, par traitement fongicide ou par résistance génétique ont été mises en place.

Enfin, le *Microcyclus* (Fig. 18).

C'est la maladie qui bénéficie de l'effort de recherche le plus important dans le domaine de la phytopathologie :

- avec une équipe complète en Guyane,
- qui travaille en association étroite avec le programme d'amélioration,
- et le laboratoire de Physiologie du Professeur d'Auzac à Montpellier.

La cible est de donner aux généticiens les outils pour sélectionner des clones possédant une résistance durable.

Les travaux portent donc essentiellement sur l'identification et la caractérisation de plusieurs facteurs de résistance de type horizontale, grâce à des observations de terrain et à des inoculations artificielles.

La recherche de marqueurs biochimiques de la résistance est poursuivie en parallèle à Montpellier.

Ces études doivent suivre leurs cours en 1991, mais elles seront aussi associées en Guyane au programme général concernant la lutte chimique contre les maladies de feuilles.

### **M. Chevaugéon**

Les maladies des organes aériens diffèrent des maladies des racines en ceci que rien n'interdit à leurs agents de s'étendre loin au-delà des foyers actuels. Or, là où ils sont présents, plusieurs sont particulièrement nuisibles. C'est le cas de *Colletotrichum gloeosporioides* (agent de l'antracnose) dans le sud-est du Cameroun et au Gabon, de *Corynespora cassiicola* au Cameroun et en Asie, de *Microcyclus ulei*, agent de la maladie sud-américaine des feuilles (SALB). Le même risque existe avec quelques insectes comme la punaise *Leptopharsa heveae* qui provoque la sénescence précoce du feuillage et accroît la vulnérabilité des arbres aux attaques de *Microcyclus ulei*. D'autre part, une plante parasite (*Loranthus* sp) endommage les branches et les rameaux, en particulier en Côte d'Ivoire et au Cameroun, au point d'altérer l'architecture et la physiologie de l'arbre. Réputé très présent dans les plantations villageoises, ce *Loranthus* est également très nuisible dans quelques plantations industrielles.

Que fait l'IRCA pour lutter contre ces affections des parties aériennes?







En Côte d'Ivoire, il n'y a, pour l'instant, pas à lutter contre.

Au Cameroun et au Gabon, l'antracnose est redoutable. La lutte par esquive assure au Cameroun une bonne protection avec un seul traitement par an. Mais il ne semble pas que ce procédé puisse être efficace partout au Gabon. En l'état des connaissances, le remède immédiat ne peut être trouvé que dans la chimiothérapie : il faut disposer d'un **fongicide systémique ascendant** et d'un mode d'application adapté à la protection de grands arbres. Pour l'avenir, l'utilisation de clones résistants serait une solution plus satisfaisante. Encore faut-il en avoir ou en créer, je reviendrai sur ce point.

Une autre maladie du feuillage sévit depuis peu dans une partie du Cameroun. Elle est attribuée au champignon *Corynespora cassiicola* mais ne s'y présente pas avec une symptomatologie absolument identique à celle décrite en Asie. En revanche, elle s'apparente tout à fait à une affection semblable qui atteint le manioc dans les mêmes régions du Cameroun. Savoir si le manioc est un réservoir et un producteur d'inoculum est une information à acquérir d'urgence pour préconiser d'éventuelles mesures d'hygiène. Mais la suppression de la maladie demande d'autres sortes d'interventions: dans l'immédiat lutte par esquive et/ou traitement fongicide? à l'avenir utilisation de clones résistants ? La recherche de solutions passe par le même type de travaux que ceux à mener contre l'antracnose.

En Guyane, l'IRCA affiche un programme sur la maladie sud-américaine des feuilles. Mais l'unique chercheur permanent ne s'y consacre qu'à mi-temps: il a la responsabilité de bien d'autres programmes d'agronomie, y compris la création d'une plantation de type villageois. Ses travaux visent à acquérir les informations de base nécessaires pour entreprendre un programme de création de clones durablement résistants.

A l'issue de ce tour d'horizon, et sans même prendre en compte les problèmes supplémentaires que l'IRCA rencontrera s'il accroît sa présence en Asie, il me semble qu'un renforcement des moyens accordés à la pathologie est une nécessité.

En Afrique, l'IRCA a besoin d'un vrai laboratoire de pathologie au pied de l'arbre malade, comme c'est le cas en Guyane, avec une taille adaptée aux objectifs à atteindre. Ce laboratoire devrait être en mesure d'intervenir dans la lutte contre des maladies du feuillage et des racines qui peuvent être négligées actuellement en Côte d'Ivoire mais qui pèsent dès maintenant sur l'avenir de l'hévéaculture dans d'autres états de la région.

En Guyane, l'IRCA est bien placé pour conduire sur le SALB des programmes qui déboucheraient sur l'exploitation industrielle de l'hévéa en Amérique latine et préviendraient les craintes des planteurs d'Afrique et d'Asie. Encore faudrait-il **accroître le temps chercheur** pour étudier des solutions à plus court terme que la création de clones résistants. La lutte chimique et l'esquive de la maladie par refoliation anticipée ne devraient pas être négligées.

Comme le souligne un document de politique générale établi par la direction de l'IRCA, la protection de l'hévéa contre ses parasites et ses prédateurs doit devenir dans le plus proche avenir, un domaine de recherches à part entière. **Des moyens de travail radicalement accrus sont nécessaires** mais ce renforcement gagnerait à être effectué **par des recrutements au meilleur niveau de formation possible**. Un phytopathologiste affecté à Versailles visitant des expatriés plus ou moins formés à la pathologie végétale et plus ou moins pris par d'autres tâches, cela demande à être révisé. Les recrues devraient être armées intellectuellement pour opérer aux interfaces avec les autres disciplines de l'agronomie.

Pour le court terme, l'urgence des solutions à apporter à plusieurs problèmes conduit à continuer de privilégier la lutte chimique. Mais, d'une part, l'identification de nouvelles molécules actives gagnerait à être conduite d'une manière moins dépendante de contrats avec l'industrie et selon un itinéraire plus rationnel. L'accent devrait être mis sur la recherche de la systémicité à l'aide de micro-essais conçus en fonction de la localisation du parasite sur l'arbre. D'autre part, les modes d'application doivent, eux aussi, faire l'objet de recherches: l'hévéa est un grand arbre dont il n'est pas facile de traiter le feuillage à partir du sol et les planteurs sont très mal armés pour lutter contre certaines maladies de ses racines, comme le pourridié à *Armillaria mellea*. L'IRCA se doit donc de faire preuve d'imagination pour l'application des produits phytosanitaires. D'autres départements du CIRAD utilisent avec



succès l'injection directe dans les troncs et des artificiers se disent en mesure de distribuer des produits phytosanitaires dans le feuillage par fumigation d'une manière homogène et dans des tranches de hauteur convenues à l'avance.

Pour le moyen et le long terme, il est urgent d'inclure la résistance aux maladies dans les programmes de sélection et d'amélioration génétique engagés à Bimbresso. Ces programmes n'auront de succès durables que s'ils mettent l'hévéa à l'abri des principales maladies foliaires et racinaires.

Certains s'étonnent probablement du peu de place accordé ici à l'encoche sèche. C'est que nous ignorons encore à peu près tout de son étiologie. S'agit-il d'un seul désordre? Il ne le semble pas. Une part des pertes est-elle la rançon de certains modes d'exploitation? Peut-être. Une autre part est-elle d'origine parasitaire et du ressort de la pathologie? L'ORSTOM a seulement soulevé la question et l'IRCA, à ma connaissance, n'est pas non plus près d'émettre un avis définitif sur le rôle d'un virus ou d'un viroïde. Il est certain qu'il faut accroître les recherches sur l'encoche sèche et beaucoup pensent que ce doit être la tâche unique d'au moins un chercheur à plein temps. Mais personne ne sait encore dans quelle direction engager les travaux.

## Discussion

**M. de Vernou**

On ne parle jamais du Ghana alors que le groupe SODECI-Terres-Rouges y réalise actuellement 9 000 hectares de plantations industrielles. Celles-ci sont très fortement touchées par les maladies de racines. L'IRCA est déjà intervenu il y a 2 ans. Dans la phase II du développement nous avons prévu qu'il intervienne de nouveau.

**M. Rémy**

Le cas phytophthora n'est pas résolu ; au Cameroun les PR 107 ont de sérieux problèmes de panneaux ; on essaie tous les produits ; Rhône-Poulenc propose de l'Aliette et des méthodes d'injection, mais cela ne fait rien.

Le *Corynespora* c'est très sérieux ; les esquives ne donnent rien. Cette année les mois de janvier et de février ont été très pluvieux ce qui a annihilé complètement l'effet des traitements. Un VSN est arrivé, il vient de se mettre au courant (en 15 jours).

Nous avons toujours un poste d'assistance technique à pourvoir mais on ne trouve pas l'ingénieur à placer, car ce ne peut être un poste de détachement de l'IRCA. N'y aurait-il pas une formule par laquelle un ingénieur de l'IRCA puisse passer 2 ans en assistance technique directe et reprendre ensuite ses fonctions au CIRAD ? Actuellement nous avons une seule candidature, d'un chercheur de l'IRAT, mais que Bimbresso ne peut pas prendre en formation. On envisagerait la formation de cet ingénieur à Ekona (300 km de son lieu de travail).

**M. Compagnon**

Je voudrai rappeler que l'armillaire a été un des gros problèmes du Congo-Kinshasa quand l'INEAC y était installé. Les problèmes d'armillaire sévissaient où il y avait peu de Fomès.

**M. Rouland**

J'insisterai sur le *Loranthus*, qui est un des problèmes importants des nouvelles plantations du Cameroun.

**M. Poly**

J'ai écouté avec un grand plaisir la revue qu'ont faite vos collègues sur l'IRCA.

C'est un organisme de petite taille, c'est à la fois un handicap et une force.

C'est une force car vous êtes obligés de travailler en famille ; il semble bien que tous les gens se connaissent et collaborent dans le même sens, font des efforts

en commun. Quand on a la chance d'avoir des gens en petite équipe qui s'entendent bien on doit faire des progrès certainement très importants.

C'est une faiblesse car on entend parler de problèmes extraordinairement nombreux, variés et il faut adopter une certaine stratégie à des objectifs qui sont prioritaires. Il est du devoir du CIRAD d'accroître ses moyens, dans la mesure où les budgets hélas sont annuels, l'IRCA devrait donner des priorités, le CIRAD essaierait de combler les secteurs qui sont insuffisamment développés. Il faut le faire également avec une analyse supplémentaire : savoir ce qui est absolument nécessaire comme poste nouveau pour l'IRCA parce que certains sujets de recherche peuvent être traités plus valablement par d'autres équipes que celles de l'IRCA.

Il faut peut-être avoir des généralistes de grande culture scientifique qui soient capables de poser des problèmes à des laboratoires plus spécialisés. Ce serait une hérésie de vouloir entreprendre à tous les niveaux, de la physiologie à la biologie moléculaire, toute une série de recherches. Avoir quelqu'un de l'Institut qui travaille dans ces équipes, c'est le meilleur interlocuteur au point de vue sémantique pour ramener au sein de l'IRCA les éléments scientifiques qui sont absolument indispensables. La force de l'IRCA, c'est ce caractère pluridisciplinaire qui couvre l'ensemble des problèmes et qui est capable de les appliquer sur le terrain.

Il faut aussi donner une nouvelle dimension à notre coopération au niveau européen, il faudrait faire le tour des gens qui savent en Europe et les associer à nos travaux. La DG 12 serait certainement très favorable, à donner à des projets, un caractère plus européen.

Et, enfin, qu'est-ce que l'IRCA a appris des autres ? Il ne faut pas reprendre des études qui ont été faites par ailleurs, il faut y envoyer des étudiants, des thésards avec la volonté d'engranger, après, tous les résultats très analytiques qui, mis entre les mains des très grands généralistes de l'IRCA, feraient des programmes tout à fait satisfaisants.

C'est un organisme qui travaille très bien, qui a une très grande réputation; c'est du devoir du CIRAD et de la communauté scientifique nationale de l'aider.

Il faut aussi mettre en place un domaine expérimental quelque part; peut-être avec d'autres instituts (palmier par exemple) dans lequel la gestion soit assurée par les gens du CIRAD et non confiée à des irresponsables.





# GENETIQUE ET SELECTION





## GENETIQUE ET SELECTION

MM. WAGNER et NICOLAS

### M. Wagner

Après 18 ans de travaux de sélection, le programme d'amélioration variétale se situe en phase de plein développement :

- pour la réalisation d'études de génétique sur l'ensemble des descendance sexées actuellement en cours d'étude,
- pour l'agrément de toute une gamme de clones présentant un bon niveau de productivité.

Les recommandations de la Commission concernent essentiellement six points :

1. Dispositif en place
2. Objectifs de sélection
3. Contraintes de la biologie florale
4. Elargissement de la base génétique
5. Culture *in vitro* pour l'amélioration
6. Assemblage porte greffe/tronc/couronne

### DISPOSITIF ACTUELLEMENT EN PLACE

L'essentiel du dispositif d'amélioration variétale repose sur la Station de Bimbresso, malgré les efforts de l'IRCA pour trouver d'autres implantations.

Il convient de commencer à étudier d'autres points d'appuis futurs et, simultanément, de réserver une partie du potentiel de création variétale de cette station à des croisements orientés en fonction des enseignements obtenus en d'autres lieux.

### M. Nicolas

Comme chacun le sait, la base centre de programme d'Amélioration génétique de l'IRCA se situe en Côte d'Ivoire. Le rapport de la Commission souligne que ce programme est actuellement en plein rendement et nous voudrions appuyer cette appréciation par la présentation d'un bilan à 20 ans.

En Côte d'Ivoire en 1990, c'est 3500 clones en collection, 26000 hybrides créés aboutissant à la sélection de 800 clones IRCA dont la valeur agronomique de certains d'entre eux est reconnue puisqu'ils ont été introduits dans la classification de Côte d'Ivoire. Un clone, IRCA 18, se situe en classe II, 5 clones sont en classe III, et 36 clones sont en classe IV.

Le cadre expérimental c'est 54 essais sur le terrain, c'est un réseau de 15 champs de comportement mis en place avec la SAPH. On trouve 80 clones en expérimentation à grande échelle et 22 clones en surfaces pré-industrielles. Ajoutons à cela un investissement de 15 ans de recherche sur les nouvelles ressources génétiques.

C'est indéniablement un très bel outil et nous sommes en plein accord avec la Commission pour maintenir le potentiel de recherche en Amélioration sur ce centre.

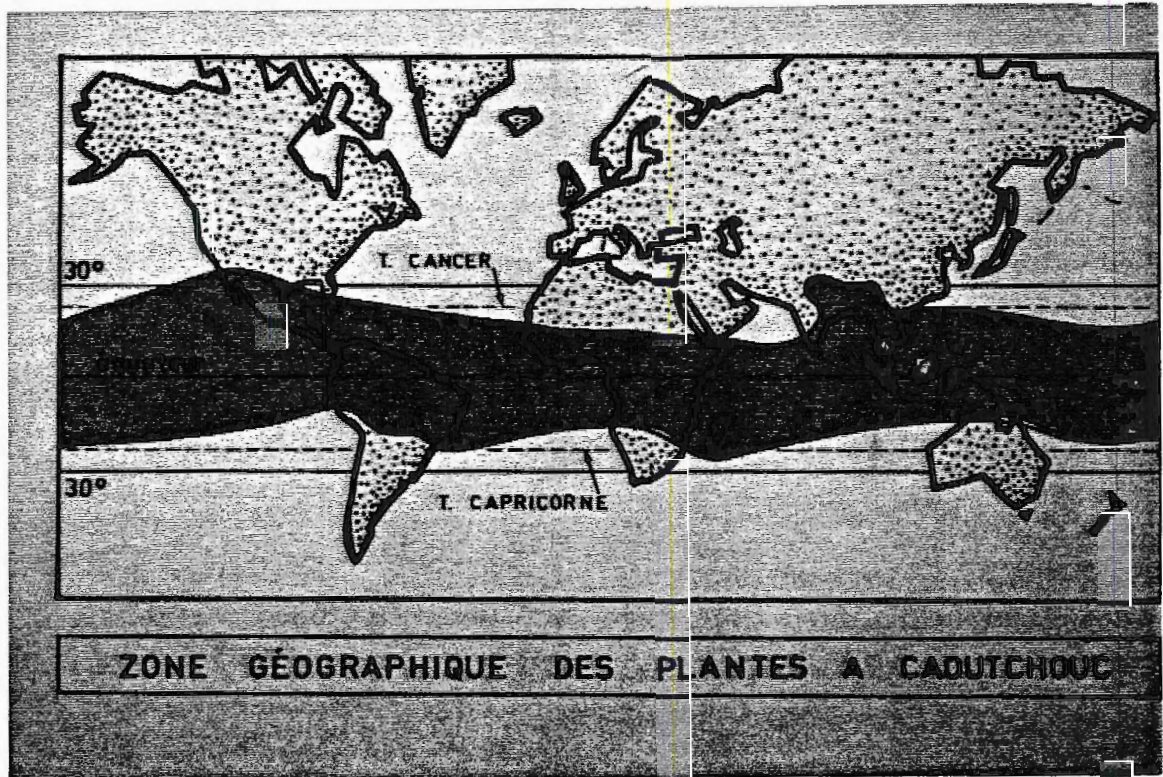
Il est cependant demandé de rechercher de nouvelles implantations.

Restons pour le moment sur le continent africain.



- Un réseau inter africain de testage de matériel végétal a été initié ces dernières années. Il comprend d'ores et déjà des expérimentations en Guinée, Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon. Cet effort sera poursuivi et d'autres pays pourront être inclus dans ce réseau.
- D'autre part, la station de N'Koolong au Cameroun, initialement orientée vers l'Amélioration génétique de l'hévéa sera, comme on peut le souhaiter, sans doute réactivée. Il est par ailleurs vraisemblable que le prochain chercheur IRCA qui sera installé au Cameroun aura une expérience de sélectionneur et on peut compter sur lui pour faire le maximum dans ce sens.
- Si on se situe maintenant à l'échelle mondiale de l'hévéaculture, (Fig. 19) la Commission a souligné l'importance stratégique, pour le futur, du continent sud américain. L'Amélioration, en étroite relation avec la Phytopathologie mène actuellement des activités en Guyane, et l'implantation d'un généticien sélectionneur est en cours de négociation avec un partenaire français au Brésil.
- Enfin, en Asie, l'IRCA, qui n'envisage pas d'implantation nouvelle en Amélioration faute de moyens humains, renforcera ses liens déjà étroits avec les sélectionneurs des autres pays de l'IRRDB; citons tout particulièrement la Malaisie, l'Indonésie et le Vietnam.

Figure 19







**Figure 20 : Colletotrichum**  
**Figure 21 : Corynespora**  
**Figure 22 : Microcyclus**



## OBJECTIFS DE SELECTION

### M. Wagner

Les critères de sélection retenus par Bimbresso sont logiques et bien définis. Mais la Côte d'Ivoire bénéficie de conditions très favorables, particulièrement en ce qui concerne :

- les caractéristiques pédo-climatiques,
- l'absence ou le manque de gravité des diverses maladies s'attaquant au feuillage.

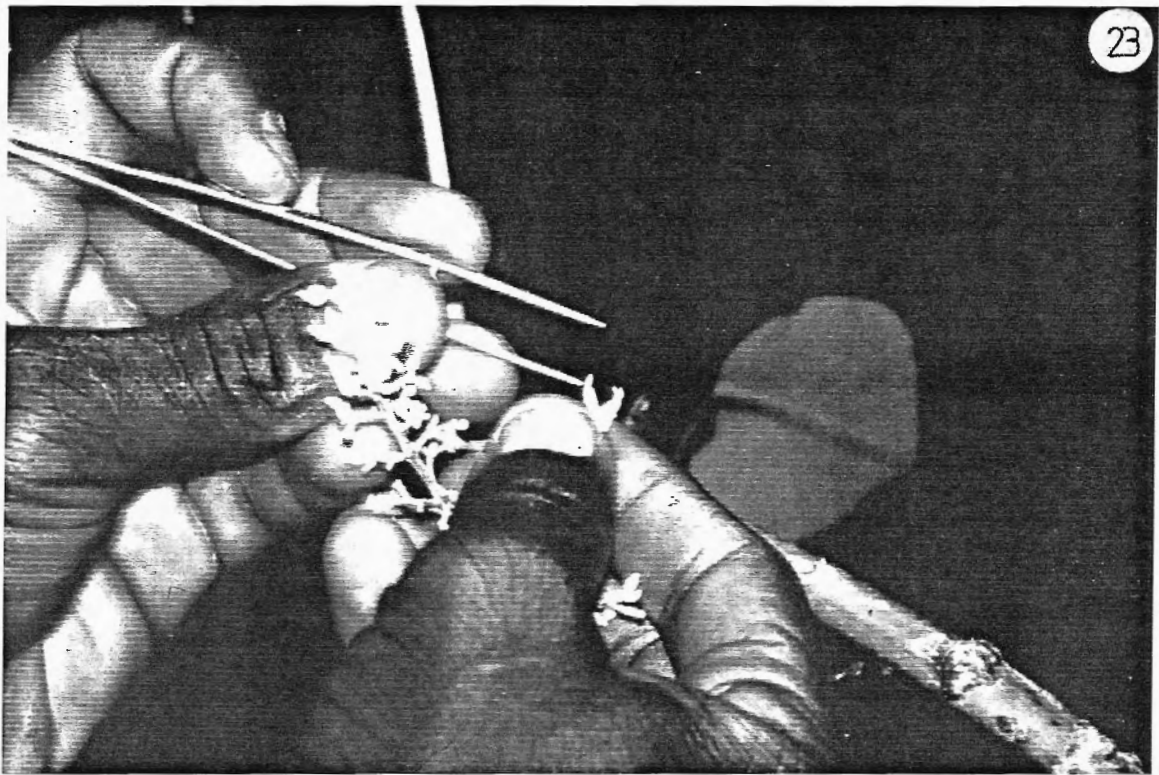
Une meilleure diversification de l'expérimentation est indispensable pour pouvoir faire face à la résistance aux aléas biologiques et pédo-climatiques.

Il incombe aussi à l'IRCA de réunir des informations sur l'ensemble des aptitudes du matériel végétal notamment sur ses propriétés technologiques. Le comportement à l'usinage des caoutchoucs mono clonaux est une source d'information particulièrement précieuse.

### M. Nicolas

C'est avec satisfaction que nous avons noté que la Commission considérait que les objectifs de sélection étaient logiques et bien définis; nous allons cependant revenir sur 3 problèmes particuliers pour présenter nos options pour y apporter une solution.

- En ce qui concerne les **maladies de feuilles**, la situation privilégiée de la Côte d'Ivoire fait que ces maladies n'exercent pas ou peu de pression de sélection lors du processus de création variétale. Nous rappellerons que les trois maladies que l'on peut considérer comme les plus importantes à prendre en considération sont le Colletotrichum (Fig. 20), le Corynespora (Fig. 21), le Microcyclus (Fig. 22). Or, il est clair que si on veut créer du matériel végétal résistant à ces maladies, la seule solution consiste à mener un programme de sélection en leur présence. Ceci nous ramène au problème précédent des implantations nouvelles du Programme Amélioration : c'est au Cameroun ou au Gabon que l'on peut sélectionner des résistances au Colletotrichum, au Cameroun des résistances au Corynespora et en Guyane et au Brésil des résistances au Microcyclus.
- En ce qui concerne les **caractéristiques technologiques** du caoutchouc, comme chacun le sait maintenant, chaque clone présente ses caractéristiques propres, mais introduire dans la sélection de l'hévéa des critères sur la qualité du caoutchouc nécessite une profonde réflexion. Après de nombreuses discussions, le sélectionneur est psychologiquement prêt à inclure les qualités technologiques dans ses critères, mais pour ce faire, il convient que le technologue sache apprécier les qualités intrinsèques du caoutchouc et non pas une interaction avec un mode d'usinage particulier, il doit réduire les quantités de matière à mettre en oeuvre pour être en adéquation avec la taille des expérimentations en champ et surtout il doit s'engager à garantir sur 20 ans de l'intérêt des critères retenus.
- Le dernier point concerne l'adaptation aux **zones dites marginales** à l'hévéa. Ce point a été évoqué par la Commission mais pour le traiter il convient d'en préciser les contours. En fait, la marginalité, ce peut être la faible pluviométrie et sa mauvaise répartition, la sécheresse de l'air, les hautes ou les basses températures, l'effet de l'altitude, la présence des maladies déjà évoquées ou bien l'interaction de plusieurs de ces facteurs. La question la plus souvent posée est quels sont les clones à planter dans ces zones et de fait, il convient d'évaluer la réponse clonale à ces contraintes. Mais surtout, il faut connaître les limites adaptatives de la plante qui, il faut le reconnaître, sont pour le moment assez mal définies.





Ceci ne pourra se faire qu'en renforçant nos liens avec les partenaires les plus concernés par ces problèmes. A ce titre, on peut citer le Brésil et la création envisagée d'un poste de sélectionneur dans le Mato Grosso, le Vietnam avec un financement du Ministère des Affaires Etrangères destiné à l'expérimentation sur les Hauts Plateaux, l'Inde, fantastique terrain expérimental offrant toute la gamme imaginable de la marginalité.

Mais en guise de **conclusion** sur ce chapitre des objectifs de la sélection, il faut bien avoir à l'esprit que le sélectionneur ne peut rajouter à volonté des critères de sélection dans son programme sans nuire à l'efficacité de sa sélection sur d'autres critères. Chaque critère de sélection a un coût et on ne pourra jamais réunir dans un même clone tous les critères favorables: il faudra répondre à des intérêts contradictoires.

## LES CONTRAINTES IMPOSEES PAR LA BIOLOGIE FLORALE

### M. Wagner

Bien que précoce dans la vie de l'arbre (5 à 6 ans), la biologie florale de l'hévéa (monoïque) complique beaucoup les travaux d'amélioration variétale. La réussite à la pollinisation artificielle, en Côte d'Ivoire, est très faible et très variable d'un génotype à l'autre (taux de réussite à la pollinisation  $\approx 3\%$ ). On conçoit que la solution à ces problèmes de production de graines devrait ouvrir des potentialités d'améliorations importantes, susceptibles de bouleverser les stratégies de sélection applicables à l'hévéa.

Le rôle des conditions de milieu pour le bon déroulement de la fructification devra aussi être abordé, non seulement pour mieux comprendre les mécanismes en cause, ce qui est important, mais aussi pour être en mesure de déterminer si un site donné convient bien pour la réalisation de travaux d'hybridation.

### M. Nicolas

Il est un fait relevé par tous les spécialistes qui se sont penchés sur le programme d'Amélioration génétique de l'hévéa, le faible taux de réussite à la pollinisation est nuisible à son efficacité, et ce fait n'a pas échappé à la Commission (Fig. 23).

Une étude fondamentale a permis de localiser le problème au niveau du développement de l'embryon mais n'a pas permis d'apporter des éléments d'amélioration (Fig. 24).

La Commission suggère que le climat doit avoir une forte incidence sur ce phénomène et demande qu'une étude soit entreprise dans ce sens. Le réseau de 15 champs de comportement installés dans un contexte climatique très différencié sur une grande partie du territoire de la Côte d'Ivoire permettra de répondre à cette question et d'apporter les éléments utiles quant au choix d'une nouvelle implantation d'un programme de création variétale.

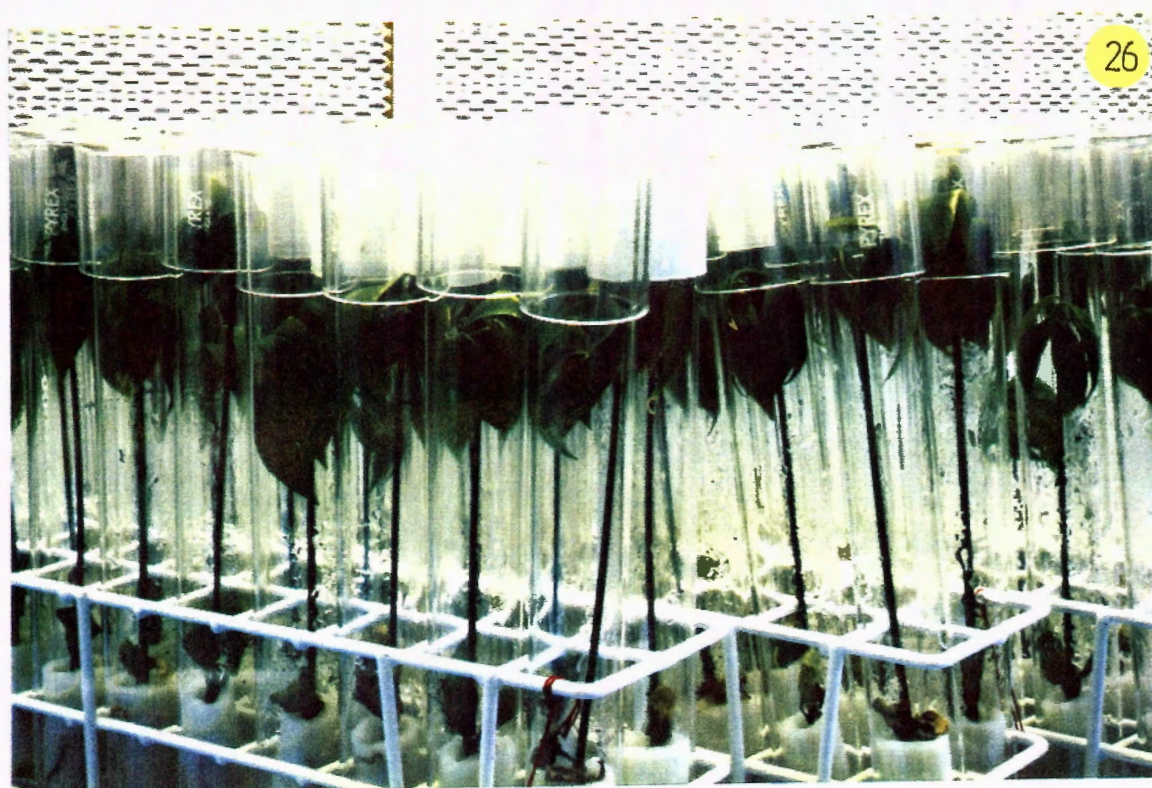
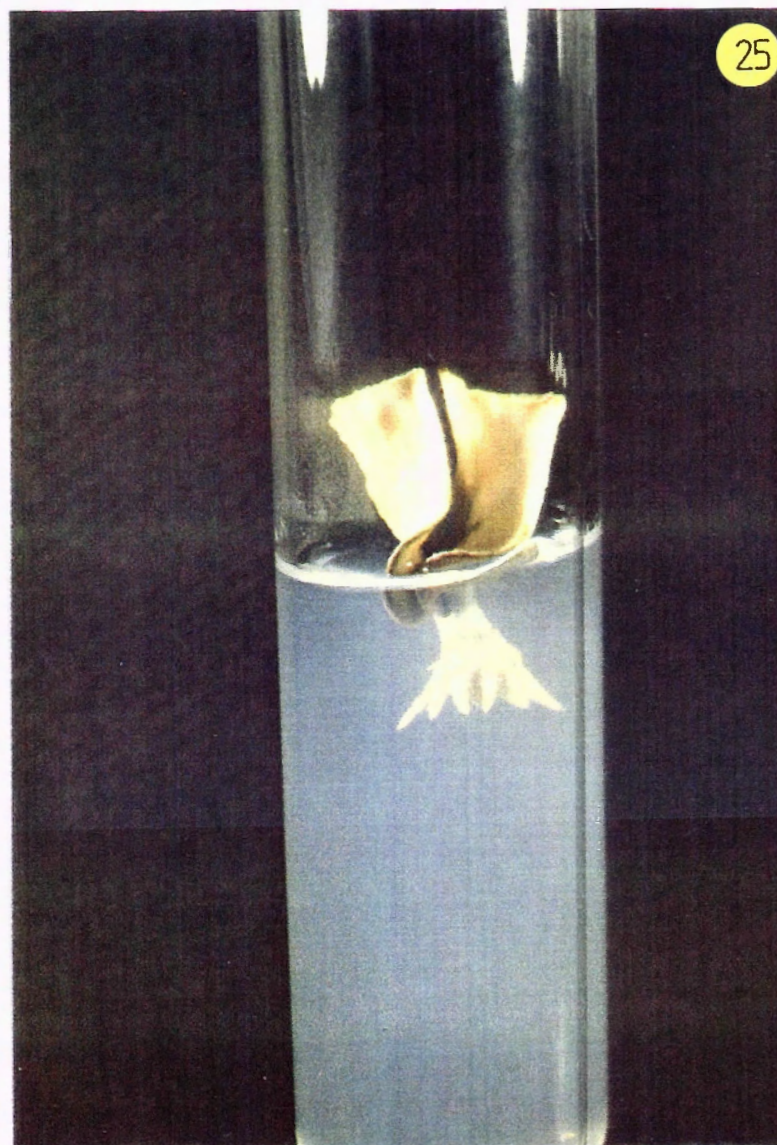
Une autre réponse peut être apportée par la technique de la Culture *in vitro*, en l'occurrence le sauvetage d'embryon qui consiste à transplanter dès le plus jeune âge les embryons sur un milieu nutritif adéquat (Fig. 25 et 26). Cette méthodologie ne peut malheureusement pas être exploitée dans les laboratoires de Montpellier, on se trouve trop loin des fleurs et il est donc nécessaire d'envisager la création d'un laboratoire de culture *in vitro* local pour aborder ce thème.

## ELARGISSEMENT DE LA BASE GENETIQUE

### M. Wagner

Grâce à sa participation à une collaboration internationale efficace, l'IRCA a bénéficié du matériel provenant de plusieurs campagnes de prospections en Amazonie, air e







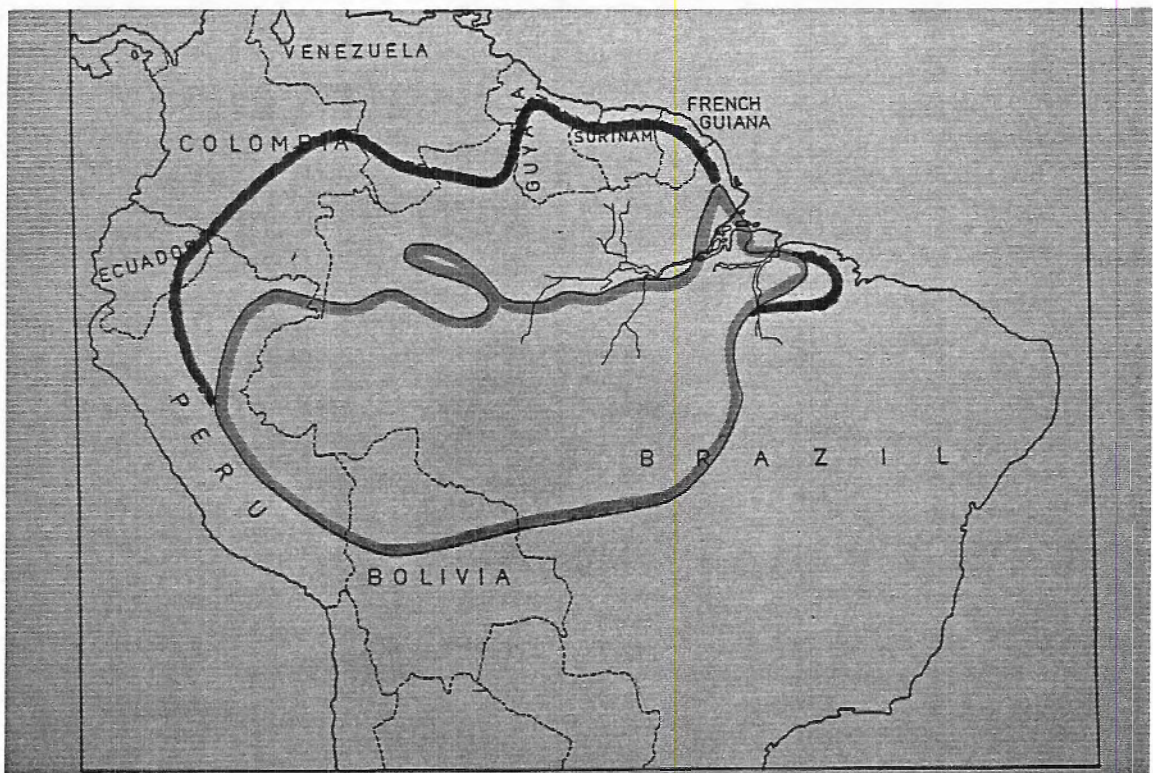
naturelle de l'hévéa. Il en a résulté un enrichissement considérable de la base génétique disponible pour les travaux de sélection. Bien que plusieurs espèces coexistent dans cette zone (outre *Hevea brasiliensis*, on trouve dix autres espèces), les ressources génétiques ainsi rassemblées n'ont correctement échantillonné que l'une d'elles.

Il serait souhaitable que les instances internationales se chargent d'effectuer de nouvelles prospections, tenant compte de ce déséquilibre, surtout s'il s'avère que l'hévéa est susceptible de jouer un rôle dans la protection de l'environnement en milieu tropical humide.

**M. Nicolas**

L'IRCA a très activement participé aux opérations d'enrichissement des ressources génétiques ces dernières années mais, comme le souligne la Commission, seule l'espèce *Hevea brasiliensis* a été échantillonnée, cette espèce se trouve localisée au sud du bassin amazonien (Fig. 27).

**Figure 27**



La Commission souligne tout l'intérêt de poursuivre ces opérations de prospection vers les autres espèces d'hévéa en suggérant que cela puisse être une opération d'envergure financée par un organisme international. L'IRRDB va exactement dans ce sens et un nouveau projet de collecte en Amazonie a été proposé en 1990. Il faut cependant avoir à l'esprit que l'organisation d'une telle mission posera de nombreux problèmes.

Il s'agira de récolter des génotypes dans des zones où les arbres ne sont pas exploités et que ceux ci seront beaucoup plus difficiles à localiser dans la forêt que dans la zone de l'*Hevea brasiliensis* où le réseau des seringueiros était un soutien logistique fantastique. De plus, il faudra à nouveau motiver nos partenaires sud-américains de l'intérêt d'une telle opération alors qu'ils n'ont pas pu ou pas su exploiter les récoltes des missions précédentes.

Enfin, il conviendra de s'assurer que le maintien et l'utilisation de ces nouvelles ressources seront supportées financièrement car si les opérations de prospection proprement dites trouvent relativement des sponsors potentiels, il n'en est souvent pas de même pour les opérations à long terme.

## **CULTURE *IN VITRO* DANS LE PROGRAMME AMELIORATION**

### **M. Wagner**

La possibilité de micropropagation des clones est considérée, à juste titre, par l'IRCA, comme d'importance stratégique pour l'orientation des travaux de sélection de l'hévéa. Elle conditionne sa position de leader au niveau international.

Pour pouvoir se maintenir au niveau des meilleurs, il faut assurer la disponibilité de l'outil "culture *in vitro*" à proximité immédiate de la station chargée de la coordination des expérimentations conduites en plantations, c'est-à-dire pour le futur immédiat, à Bimbresso.

Plusieurs voies s'avèrent à présent utilisables pour l'amélioration de l'hévéa :

1. sélection de "clones de greffes" (maintien du statu quo),
2. sélection des clones sans greffage, les arbres sont expérimentés sur leurs propres racines,
3. double sélection de clones de porte-greffes et de clones de greffons.

Une enquête pourrait donc être effectuée auprès des sélectionneurs d'autres plantes ligneuses, qui ont eu à choisir la meilleure approche de l'utilisation d'un système racinaire clonal.

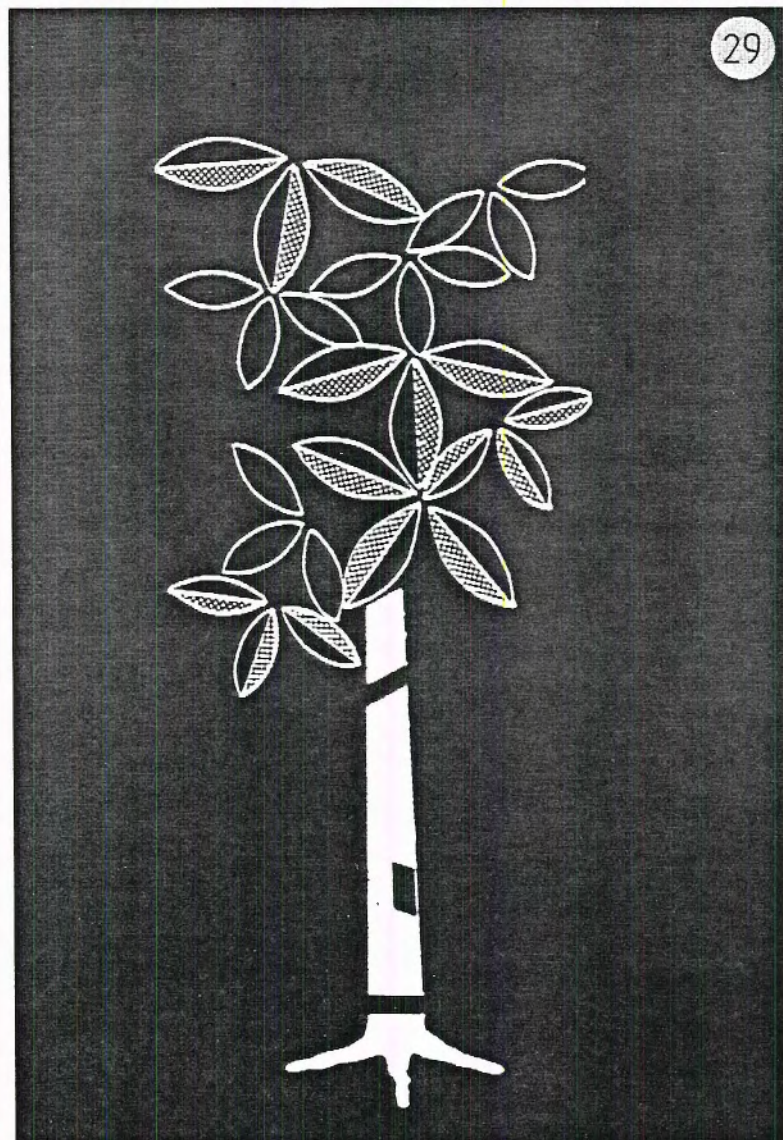
### **M. Nicolas**

Le bilan que l'on peut faire en 1991, c'est que la culture *in vitro* qui n'était qu'un objectif scientifique il y a une dizaine d'années est maintenant en passe de devenir une pratique de propagation à grande échelle, comme le témoigne la photo représentant un champ d'hévéas issus de microboutures (Fig. 28). Et nous retiendrons l'importance stratégique accordée en conséquence par la Commission à son introduction dans le programme de sélection. Mais il apparaît clairement que pour utiliser cet outil de façon efficace, l'installation d'un laboratoire de culture *in vitro* à proximité immédiate du sélectionneur est une nécessité et nous voudrions poser à ce CSTC la question de l'opportunité d'un tel investissement.

Lorsque le sélectionneur disposera de cette nouvelle possibilité, 3 voies de sélection s'offriront à lui. Soit poursuivre la création de clones de greffe, soit créer des arbres entièrement clonaux, soit créer des clones de porte greffes.

La Commission nous suggère de mener une enquête pour savoir quelle voie a été choisie par d'autres sélectionneurs travaillant sur des plantes pérennes avec la possibilité de la propagation clonale du système racinaire. Pour mener cette enquête, nous allons contacter nos collègues de l'INRA en nous intéressant aux modèles que peuvent représenter la vigne, l'olivier, à l'INRA Montpellier, le châtaignier, le peuplier à l'INRA Orléans, les arbres fruitiers et ornementaux à l'INRA Angers. Toute autre suggestion est évidemment la bienvenue.







Au mois d'avril, la journée scientifique de la MICAP sera consacrée au système racinaire en relation avec les problèmes de sélection ce qui devra également ouvrir des voies de réflexions interdépartement.

## **L'HEVEA ENVISAGE COMME UN ASSEMBLAGE PORTE-GREFFE/TRONC/COURONNE**

### **M. Wagner**

Chez l'hévéa, contrairement aux autres plantes, c'est le tronc qui produit la récolte commercialisée.

Un modèle végétal à trois compartiments, racines, tronc, couronne, s'impose pour étudier la contribution respective de ceux-ci sur diverses caractéristiques physiologiques, culturales et technologiques importantes (Fig. 29).

La production de l'hévéa ne permet pas au sélectionneur d'isoler les différents facteurs de rendement alors que celle des arbres fruitiers par exemple permet de considérer séparément le nombre de rameaux par souches, le nombre de fruits par rameaux et le poids d'un fruit. Ceci en plus du rendement lui-même par arbre. Le facteur du rendement présentant en général une meilleure hérédité que le rendement lui-même; le fait d'envisager l'hévéa comme un assemblage de 3 compartiments ramène à cette commodité : le rendement étant conditionné par chacun des compartiments.

Un dispositif expérimental relativement léger permettrait de valider cette approche.

### **M. Nicolas**

Il est un fait que l'assemblage en trois parties d'un arbre représente une particularité tout à fait originale et intéressante qui a curieusement soulevé plus de questions qu'elle n'a apporté de réponses sur le rôle réciproque de chaque partie de l'arbre dans le processus de production de latex.

Tout d'abord, au niveau de l'interaction entre la partie aérienne et le système racinaire, les chercheurs ont toujours perçu l'intérêt d'étudier les relations entre ces deux niveaux. L'impossibilité de classer ce système racinaire a jusqu'à présent été un obstacle majeur à ces études. Comme il a été dit dans le chapitre précédent, le sujet va être relancé avec l'apport de la Culture *in vitro*.

En ce qui concerne le greffage de couronne, le problème est encore plus complexe : en effet cette technique, qui a été mise au point il y a plus de 50 ans, a largement été utilisée pour tenter de répondre à des problèmes spécifiques de casse due au vent ou de résistance aux maladies de feuilles. On constate d'une façon très générale que la production baisse par rapport au même clone non greffé de couronne lorsqu'on réalise cette opération, quel que soit le clone utilisé pour la couronne.

Un problème de relation entre les deux parties existerait au niveau du greffage qui viendrait masquer les effets propres de la couronne.

D'autre part, de nombreuses expériences ont été réalisées sur ce thème dans les divers centres de recherche en hévéaculture. Les résultats sont le plus souvent contradictoires même parfois aberrants et il est vrai qu'une discussion de fond devra réunir les physiologistes, les biométriciens et les sélectionneurs pour discuter des principes expérimentaux à observer et à respecter pour faire avancer les connaissances sur ce thème.

### **M. Wagner**

En conclusion, il apparaît que, dans plusieurs domaines, l'IRCA se situe en position de leader international pour l'application à la sélection des méthodes et des



techniques les plus évoluées offertes par la recherche fondamentale. Je termine en soulignant l'intérêt que retire l'IRCA de la collaboration avec des laboratoires spécialisés.

## Discussion

### M. Rouland

Il faut toujours avoir en tête que les dernières plantations sont faites en majorité avec des clones sélectionnés en 1923 (il y a environ 70 ans), ce qui semble montrer les limites des méthodes de sélection employées jusqu'à présent, non seulement à l'IRCA, mais dans tous les instituts de recherches, ou les limites du potentiel d'amélioration des productions. Il faudrait donc un changement considérable des méthodes employées.

On a évoqué la sélection en fonction des propriétés technologiques; j'ai senti là de très grandes réserves; personnellement je les approuve totalement, je ne crois pas qu'on nous demande des caoutchoucs tellement modifiés; les manufacturiers souhaitent un caoutchouc constant et propre. Mais il y a une pression sur les prix et l'abaissement du prix ne sera obtenu que par une augmentation de la productivité. L'objectif essentiel de la sélection est d'obtenir des arbres plus productifs, plus résistants aux maladies et je ne suis pas certain que la recherche visant à sélectionner sur les qualités technologiques du caoutchouc soit un domaine extrêmement intéressant.

### M. Rémy

Beaucoup d'instituts et de vieilles sociétés ont donné leur nom à leurs clones. On a fait fausse route puisqu'à partir d'une population Wickham très limitée on a voulu faire une sélection, or j'avais appris que la sélection en lignée pure était inefficace. Les possibilités de l'hybridation ou de l'hétérosis à l'intérieur de ces populations presque consanguines a été très limitée.

### Faut-il encore faire de la sélection sur des génotypes Wickham seuls ?

A part l'introduction de nouveau matériel génétique venant du Brésil, ne faut-il pas faire une croix sur les sélections IRCA ancien modèle, de même que sur les sélections Terres-Rouges, IRCA Côte d'Ivoire et autres car elles n'apportent rien de nouveau. On nous a parlé de PB 235, il est maintenant plus bas que terre. Avec le Corynespora on ne parle plus du PB 260 ni du PB 217. Nous n'avons plus qu'une seule ressource c'est le RRIC 100 avant qu'il ne lui arrive une nouvelle catastrophe. Et puis le PR 107 revient. Faut-il continuer à faire de la recherche sur les clones IRCA de 1, 2, 3 jusqu'à la série 500 ou 700 ?

La question est : quels clones pour l'Afrique centrale?

### M. Nicolas

Le matériel actuellement utilisé, à part le GT 1, provient de la sélection généalogique. PB 217, le meilleur clone en Côte d'Ivoire a été sélectionné après la 2ème guerre mondiale, le PB 260, les clones du Sri Lanka sont en train de remplacer les anciens clones, à part le GT 1 qui est d'une robustesse et d'une continuité exceptionnelles.

Pour la création de nouveaux clones, les programmes ont une phase d'inertie au départ car il faut les fabriquer et les tester à grande échelle.

Pour l'Afrique de l'ouest maintenant, les planteurs sont d'ores et déjà partants pour utiliser les séries des clones IRCA que M. Rémy hésite à planter au Cameroun. Ces clones n'ont pas été sélectionnés au Cameroun, il faut initier un programme spécifique à la zone Centre-Afrique (jusqu'au Nigéria).

Les potentialités du matériel amazonien sont considérables, mais le processus de sélection dure longtemps, ce n'est pas après un premier cycle de croisement que l'on peut améliorer considérablement, mais c'est sans doute après une 2ème ou une 3ème génération. Avec le matériel Wickham on a encore des potentialités qui sont loin d'avoir été toutes explorées.

#### **M. Verschave**

Je salue les tentatives qui sont faites d'associer la génétique avec les recherches sur la finalité du produit-l'utilisation par des manufacturiers-. J'espère qu'il sera possible de trouver des solutions qui pourront combiner à la fois la productivité, la résistance aux maladies et aussi la qualité technologique. La première de celles-ci étant la constance. S'il faut faire des choix, compte-tenu des moyens, c'est la constance qu'il faut choisir, même au détriment de la recherche de nouvelles molécules (qui ont aujourd'hui des intérêts plus limités).

#### **Pr. Donnet**

Ce qui a fait le succès des caoutchoucs synthétiques (en dehors du prix) c'est la connaissance de ses qualités. Et pour chacune des qualités désirées savoir à quel caoutchouc s'adresser. Si on peut en technologie améliorer certaines propriétés spécifiques des caoutchoucs naturels il ne faut pas le rater.

Il a été évoqué la possibilité de faire appel à l'Inde. Je travaille depuis plus de 30 ans avec des laboratoires de ce pays. L'agriculteur de ce pays est très sérieux, la main-d'oeuvre ne coûte pas cher et on a une variété de conditions climatiques, d'hydrologie, de sols, extraordinaire. De plus il y a une volonté de développement qui se conjugue avec l'apport assez facile d'aide internationale.

#### **Mme Dattée**

L'utilisation du matériel déjà sélectionné, bien connu, n'est certainement pas terminée. L'introduction du nouveau matériel de prospection doit se faire en douceur, de façon à avoir une continuité dans le gain génétique des différents caractères.

Chez beaucoup d'espèces et particulièrement chez les ligneux on sait qu'il y a des géniteurs qui sont très performants, sans en connaître toujours les raisons. Il est très probable qu'une amélioration à ce schéma de sélection peut être apportée par l'introduction de tests multilocus à un stade plus précoce dans la sélection; en particulier pour connaître la résistance aux principaux parasites.

Je ne vois pas de raisons d'infléchir le schéma de sélection, car il y a toute une connaissance à acquérir sur le conditionnement génétique des caractères, y compris les nouveaux caractères qui doivent être inclus dans les schémas; cela demande du temps.

D'autre part, développer les 6 points évoqués, de façon très sérieuse, demandera des moyens considérables. La sélection de l'arbre en 3 parties m'inquiète un peu dans la mesure où il faudrait acquérir des données sur les caractères demandés à chacune des parties et en plus les interactions qu'il y aura entre les trois. Ce n'est pas de nature à simplifier.



**M. Wagner**

Ce n'est pas un problème simple mais on ne peut l'éluder. En viticulture, il y a 60 ans, on a été amené à greffer. On ne peut faire l'économie d'une étude fondamentale sur l'incidence du greffage. Dans le cas de la vigne les études ont été faites 60 ans trop tard. Il ne faut pas faire passer la charrue avant les boeufs.

**M. Sébillotte**

Faire de l'agronomie une vraie discipline me réjouit, cela manquait un peu à l'IRCA. Dans toute une série de programmes le rapprochement entre les agronomes qui font fonctionner les peuplements végétaux et les généticiens est très productif. On a mentionné qu'on n'avait pas sur l'hévéa l'équivalent des composantes du rendement comme sur un certain nombre d'autres cultures. Cette partition est fonction de la manière dont on cultive : densité de plantation, la fertilisation, la potentialité du milieu. J'avais insisté à Bimbresso sur la prise en compte de tous ces problèmes. Je crois extrêmement important qu'il y ait vraiment une agronomie au sens de "Science du peuplement végétal de la parcelle d'hévéa". Cela permettrait d'améliorer les liaisons avec les planteurs, mais aussi les liaisons au sein des programmes. Cette discipline carrefour doit être vraiment prise au sérieux.



# AGRONOMIE - PHYTOTECHNIE





## AGRONOMIE / PHYTOTECHNIE

M. Pieri

La principale conclusion que l'on peut tirer de l'audit c'est que l'on n'a rencontré que des gens passionnés et heureux de leur métier. C'est une petite équipe très performante. Il y a de plus un sentiment d'utilité partagé avec les partenaires.

L'IRCA a des indicateurs et des outils de pilotage d'une exploitation durable (sustainable) des plantations.

Les expérimentations portent déjà dans leur contenu et dans leur traitement de quoi répondre aux questions qui risquent de se poser demain : la fertilisation, les cultures associées, ...

**Dans le contexte actuel, la recherche agro-hévécicole est en cours de modification car :**

- plus des 3/4 de la production mondiale de caoutchouc naturel sont assurés par de petits planteurs,
- le développement attendu de la production mondiale se fera beaucoup dans des zones écologiques considérées comme "marginales" (évoquées par M. Nicolas),
- la montée en puissance de centres de recherches hévéicoles nationaux est de qualité et de performances variables,
- les promesses encore à confirmer du microbouturage, etc... avec ses conséquences sur la gestion de nouveaux plantages,
- et un écart sans cesse grandissant entre les performances réelles des petits producteurs et les potentiels de production atteints en milieu contrôlé.

d'où les

### **recommandations**

**Recentrer les recherches agronomiques, à l'IRCA, sur les études de fonctionnement** (arbre, système de culture) pour que l'IRCA passe *d'une agronomie des sites à une agronomie un peu plus fonctionnelle, un peu plus modélisante.*

**Maintien d'une capacité de propositions techniques intégrées.** Les travaux de recherche, d'aide au développement et d'assistance techniques sont exécutés par les membres d'une même Division. Ceux qui ont des connaissances scientifiques modernes doivent être en contact permanent avec ceux qui s'en servent, qui savent planter ; donc on veut *"des chercheurs réalisateurs"*.

### **Quelques thèmes de recherche à renforcer**

- **Evaluation du milieu physique et du potentiel de production hévéicole**, c'est-à-dire identifier les paramètres pertinents d'évaluation des milieux physiques comme les informations climatiques et avertissements (essentiellement dans les zones dites marginales) : température, humidité, radiation globale, sans oublier les sols avec leur pente et les fluctuations de la nappe phréatique,
- **agrophysiologie et fonctionnement de l'arbre seul et/ou en peuplement mono ou pluri-spécifique** : une priorité devrait être accordée aux études sur l'enracinement pour une



meilleure connaissance de l'offre et du débit en eau (mise au point des systèmes de saignée), sur l'encoche sèche et sur les interactions racinaires (cultures associées),

- **systèmes hévêicoles et gestion durable de l'environnement** : des systèmes qui assurent une protection de l'environnement et la satisfaction des besoins des exploitants; des systèmes "précurseurs" d'une régénération durable de terres décrépées et dégradées. Cette question est tout à fait d'actualité, il semble qu'il y ait des réponses tout à fait favorables, mais il faut des études plus approfondies. Il faut aussi que les systèmes que l'on préconise répondent de façon durable et évolutive aux besoins des exploitants. Une certaine pression de recherche sur la connaissance et le diagnostic des contraintes socio-économiques et institutionnelles telles qu'elles se présentent en milieu paysan devrait faire l'objet d'études au sein de l'IRCA mais aussi de l'IRCA avec d'autres départements du CIRAD, pour identifier les paramètres pertinents, pour diagnostiquer ces contraintes de façon à transmettre aux institutions nationales ou aux organisations de planteurs la méthode pour faire un diagnostic performant.

## Conclusion

### Une agronomie - toujours engagée sur le terrain

- **Géographiquement redéployée** : les expérimentations qui portent en germe les questions de demain sont quasi exclusivement limitées à la Côte d'Ivoire,
- **scientifiquement recentrée** sur l'étude des fonctionnements,
- **cultivant ses interfaces avec les autres divisions scientifiques** en particulier ce qui relève de l'étude de la plante, son amélioration, sa physiologie interne et pour la technologie.

## M. Gener

Nous partageons l'analyse faite par la revue externe concernant ce programme et comme il s'agit de réflexions permettant l'élaboration du plan à 5 ans, le programme Agronomie devrait s'organiser autour des 4 thèmes suivants :

1. Evaluation du milieu physique et du potentiel de production
2. Fonctionnement de l'arbre et du peuplement
3. Techniques culturales
4. Gestion de l'environnement et systèmes hévéicoles.

### EVALUATION DU MILIEU PHYSIQUE ET DU POTENTIEL DE PRODUCTION

Les critères retenus actuellement pour l'évaluation du milieu physique, en relation avec le potentiel de production des clones, apparaissent nettement insuffisants. Aussi, est-il nécessaire d'améliorer les connaissances concernant les conditions climatiques et les qualités des sols pour mieux estimer les niveaux de production du matériel végétal.

En ce qui concerne les conditions climatiques :

- des travaux d'interprétation et de synthèse sont à entreprendre à partir des données considérables collectées, soit à l'IRCA, soit dans les sociétés de plantations et qui sont actuellement largement sous-exploitées,
- il est nécessaire aussi d'améliorer l'enregistrement des données par la mise en place de stations automatiques qui devraient permettre une exploitation rapide et systématique,
- il conviendra aussi de multiplier les observations dans des sites variés, de façon à définir avec précision les conditions de marginalité.

A titre d'exemple, la figure 30 montre la mise en place avec la SAPH en Côte d'Ivoire de 15 champs de clones en conditions marginales surtout pour la pluviométrie, puisque les essais ont été disposés dans la zone comprise entre 1000 et 1400 m.

La figure 31 montre dans un essai mis en place dès 1971 à Tombokro, zone du centre Côte d'Ivoire dont la pluviométrie est d'environ 1200 mm/an, une courbe de production intéressante, mais bien entendu d'un niveau inférieur à celle des zones où a priori l'eau n'est pas un facteur limitant.

En ce qui concerne les sols, jusqu'à présent le choix des zones plantables ne se fait que sur la base des critères : relief, profondeur, hydromorphie.

Il est nécessaire d'améliorer la connaissance des sols propres à l'hévéaculture, pour cela les travaux devront s'orienter vers :

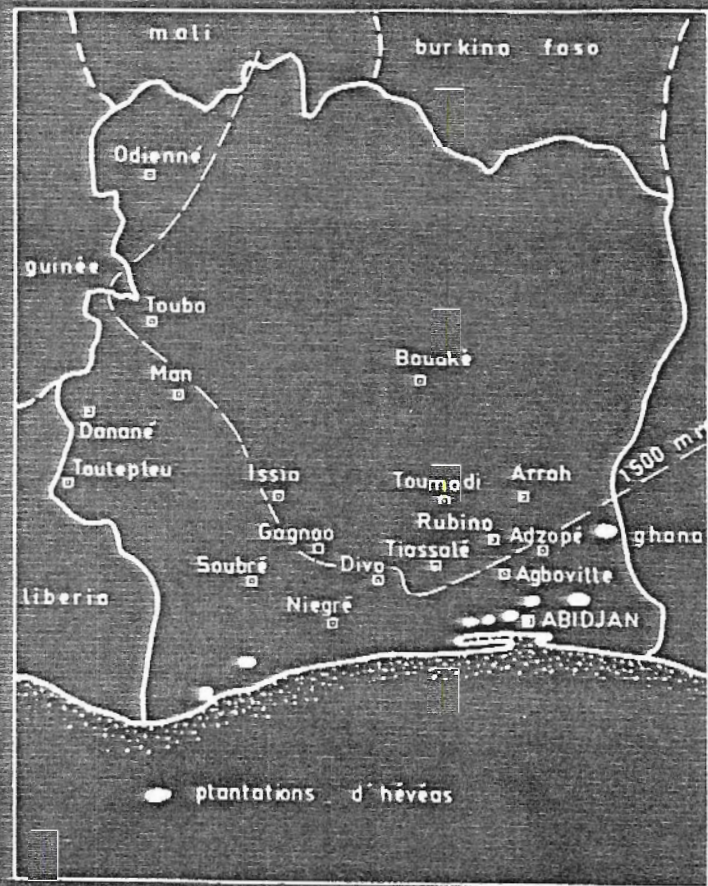
- une meilleure définition de la fertilité chimique et biologique,
- des études sur les profils culturaux,
- une exploitation des données d'analyses chimiques qui devront permettre leur utilisation dans de meilleures conditions et de façon plus systématique.

Une plus grande connaissance des conditions de climat et de sol devrait permettre d'établir avec précision les facteurs limitants du potentiel de production du matériel végétal recommandé.

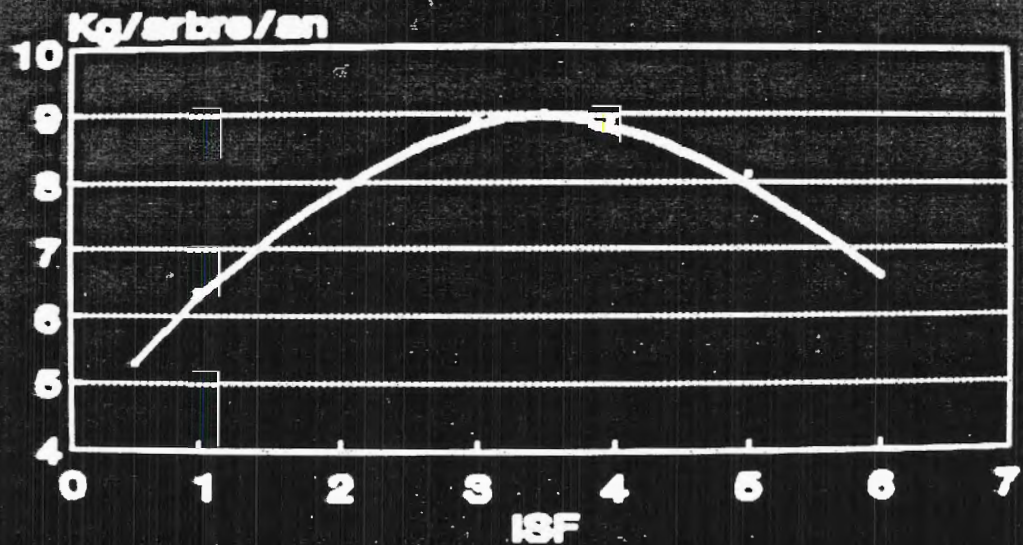
Un rapprochement avec les départements cultures pérennes du CIRAD est nécessaire dans les domaines de la bioclimatologie et de la pédologie.



# CHAMPS DE COMPORTEMENT



## RELATION ENTRE INDICE SURFACE FOLIAIRE ET PRODUCTION A L'ARBRE



## FONCTIONNEMENT DE L'ARBRE ET DU PEUPLEMENT

La revue externe a souligné la nécessité de mieux connaître le fonctionnement des 3 compartiments de l'arbre : couronne - tronc - racine.

Nos travaux devraient donc s'orienter vers :

- une meilleure connaissance de la couronne au niveau modélisation de son développement par type de clone - évaluation de la biomasse - utilisation optimale de l'énergie lumineuse - évaluation de la surface foliaire utile.

La courbe d'indice de surface foliaire publiée par les chercheurs chinois mettant en évidence l'ISF, en relation avec la production pour le clone PB 86 contient des informations intéressantes à mettre en évidence dans cette voie.

- Une meilleure connaissance du système racinaire aussi bien pour les plants issus de graines que pour les plants multipliés par microbouture. Un programme de travail est en cours d'élaboration avec l'INRA-Avignon qui inclut la modélisation des systèmes racinaires, de leur mise en place jusqu'aux arbres adultes -individuels ou en plantation-.

Les paramètres susceptibles d'intervenir sur la morphologie des racines seront étudiés. La figure 32 montre les racines de 2 plants, l'un issu de graine, l'autre de microbouture. La figure 33 met en évidence le collet d'un plant issu de microbouture.

En ce qui concerne les études sur les relations eau-sol-plante, une meilleure connaissance du mouvement des éléments minéraux et de l'eau est nécessaire.

Ce sujet est complexe et demande des moyens.

Compte tenu du potentiel actuel de l'IRCA, il sera nécessaire, au cours de l'élaboration du plan à 5 ans, de définir les priorités. Parmi celles-ci nous semblent important :

- la caractérisation des états hydriques des sols,
- le suivi des variations saisonnières en relation avec la production, ceci dans le prolongement des études menées en physiologie sur la disponibilité en eau au niveau du panneau de saignée.

## TECHNIQUES CULTURALES

Cet axe de recherche déjà ancien doit être maintenu, car en fonction de situations nouvelles, de nouveaux problèmes sont posés. En effet :

- si l'utilisation des microboutures se généralise, ce sont toutes les techniques de pépinières et de préparation des plants pour lesquelles une mise au point sera nécessaire.
- la problématique des plantations villageoises et la mise au point de nouveaux clones performants demandent que les densités et les dispositifs de plantation soient adaptés.

En ce qui concerne la gestion des lignes et des interlignes :

- le problème est important au niveau des plantations villageoises et des solutions sont à mettre au point en fonction des contraintes propres à chaque localisation, pour éviter certaines situations irréversibles telles que l'envahissement des plantations par Imperata.
- Les essais de fertilisation doivent être maintenus à long terme et de nouveaux essais doivent être mis en place sur les nouveaux sites de développement.



Enfin, il faut signaler la prochaine mise en service du logiciel "gestion technique des parcelles" dont l'exploitation devrait permettre de mieux connaître le comportement du matériel végétal.

## **GESTION DE L'ENVIRONNEMENT ET SYSTEMES HEVEICOLES**

### **Gestion de l'environnement**

#### **. Evolution de la fertilité des sols**

Nous approuvons sans réserve les recommandations de la revue externe sur la nécessité pour l'IRCA de réunir toutes les informations scientifiques permettant de prouver que les systèmes hévéicoles contribuent à la protection de l'environnement, au maintien de la fertilité des sols après déforestation et peut-être mieux encore s'ils contribuent à la régénération des sols dégradés des zones tropicales humides.

Ce thème de recherche demandera une adéquation entre les moyens du Département et le volume des travaux. Cela fera l'objet d'une réflexion dans l'élaboration du plan à 5 ans.

En attendant, il est nécessaire de signaler l'étape modeste mais importante qui est en cours, grâce à un financement du Ministère de l'Environnement et avec la collaboration du Laboratoire d'Ecologie de l'Ecole Normale Supérieure (ENS). En effet, une étude a été initiée en 1990 sur 2 ans, qui porte sur "l'évaluation de la relation entre processus biologique et fertilité dans les plantations d'hévéas".

Ce travail va certainement ouvrir de nouvelles perspectives puisque à notre connaissance, aucune étude concernant la fertilité biologique n'a été menée sous hévéa.

### **Systèmes hévéicoles - cultures associées**

L'objectif de ce thème de recherche est d'améliorer les niveaux de production et de rentabilité par unité de surface.

Pour cela, il est nécessaire de mettre au point des itinéraires techniques permettant une utilisation optimale de l'eau, de la lumière, des éléments minéraux dans des systèmes de production à base d'hévéa.

Depuis déjà plusieurs années, l'IRCA a conduit des travaux sur ce thème. Nous avons été aidé par un financement de la CEE (STD1 et 2) en Côte d'Ivoire et au Gabon.

Après des résultats préliminaires encourageants (Fig. 34), mettant en évidence la faisabilité de certaines associations, il est indispensable maintenant de consolider ces acquis au plan scientifique.

Pour cette raison, une nouvelle orientation de ce thème est en cours et une réunion thématique aura lieu le 7/3/91 à laquelle participeront les chercheurs intéressés du CIRAD, de l'Université de Hohenheim et de l'INRA.

Notre objectif étant la préparation du plan à 5 ans ; tout commentaire, avis ou suggestion de la part des participants sont les bienvenus.

32



33



34





## Discussion

**M. Compagnon**

M. Gener a évoqué le rapport entre la surface foliaire et la surface d'occupation du sol. Ne serait-ce pas plutôt la surface de contact des racines avec le sol, c'est-à-dire la surface radiculaire pour laquelle on n'a aucune connaissance, et sur ce qui fait peut-être la qualité de la racine ?

**M. Chataigner**

J'ai apprécié comment avait été traitée l'économie dans le cadre de l'audit. L'introduction de l'économie à l'IRCA me paraît nécessaire dans la mesure où l'économie paysanne évoquée deviendra nécessairement majoritaire mais pèsera politiquement, car dans les 3 pays qui produisent le plus de caoutchouc, les populations exprimeront leurs revendications. Mais cette introduction est inachevée car ce qui a été fait jusqu'à présent est limité au rôle de l'hévéa dans l'exploitation. Or on ne peut comprendre la dynamique de ce qui va se passer si on n'aborde pas l'ensemble du secteur, disons de la filière et au-delà. Les travaux d'Anne Gouyon montrent que les dynamiques se situent aussi à l'extérieur, par exemple l'initiative de faire des pépinières.

L'autre élément c'est qu'il ne faut pas aborder l'économie sous une vision trop restrictive qui l'empêcherait d'être efficace et qui consiste à n'étudier que les contraintes des exploitations agricoles. Cela voudrait dire que les chercheurs ont des propositions, des solutions et que les paysans n'ont pas les capacités. Il faut aborder les choses d'une autre manière, l'histoire de la recherche agronomique depuis la 2ème guerre mondiale le montre, il faut comprendre les dynamiques des exploitations agricoles. On est alors en mesure de vaincre quelques contraintes mais surtout de découvrir des possibilités auxquelles on n'aurait pas songé et de proposer des solutions qui sont les mieux adaptées. S'il y a eu un certain succès dans les travaux de l'année dernière c'est que :

il y a actuellement des agronomes qui ont la capacité de bien analyser les situations agronomiques sur le terrain en tenant compte correctement de la dimension économique,

le travail accumulé au CIRAD dans d'autres secteurs, sur la dynamique des exploitations pérennes (café, cacao, palmier) a permis de débrouiller l'écheveau de la situation de la production paysanne (à Sumatra par exemple). Cet élément on ne le trouve pas à l'extérieur du CIRAD. C'est une production propre.

L'audit dit "finalement c'est à l'extérieur qu'il faut le faire", peut-être, mais il faut savoir qu'à l'extérieur, il n'y a pas le travail de recherche qui peut soutenir les travaux nécessaires à cette amélioration des exploitations agricoles.

**M. Gener**

Nous venons de créer un programme ECONOMIE dont les grandes lignes sont à définir, cela le sera lors de l'élaboration du plan à 5 ans.



CAOUTCHOUC NATUREL  
ET TECHNOLOGIE





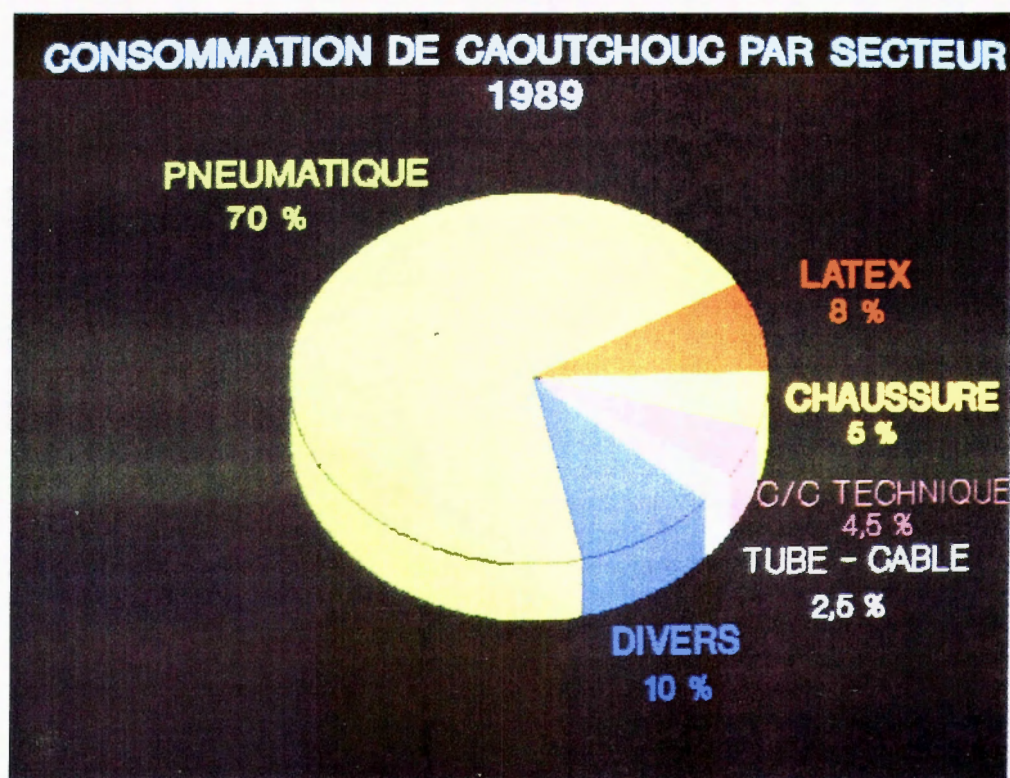
## CAOUTCHOUC NATUREL ET TECHNOLOGIE

MM. Gossot, de Livonnière

M. Gossot

Ce qu'il faut avoir présent à l'esprit c'est que le caoutchouc naturel, contrairement à la plupart des produits végétaux, notamment tropicaux, n'a d'usages qu'industriels, qu'il n'a de débouchés qu'autant qu'il répond aux exigences des manufacturiers, qu'il est en concurrence sévère avec d'autres élastomères d'origine purement industrielle et que la transformation du caoutchouc est une industrie de haute technologie à forte valeur ajoutée (Fig.35).

Figure 35



Seuls des technologues ayant une bonne pratique du milieu du caoutchouc sont aptes à établir le lien indispensable entre agronomes et industriels : parce qu'ils ont avec ces derniers un langage commun et que leur formation scientifique leur permet de comprendre celui des premiers. C'est ce, qu'avant la deuxième guerre mondiale, avaient bien compris les planteurs qui créèrent les instituts de recherche sur le caoutchouc en France, en Angleterre et aux Pays-Bas.

Il faut admettre que, dans le cas du caoutchouc naturel, et même si cela peut choquer certaines sensibilités, la technologie est un élément actif de la recherche agronomique. A quoi bon des prouesses agronomiques si, le clone sélectionné, producteur exceptionnel, résistant à toutes les maladies, fournit un caoutchouc inutilisable par les manufacturiers.



Pensons aussi à la production villageoise qui représente d'ores et déjà près de 80 % de la production de caoutchouc naturel. Elle constituera la principale source des accroissements de production nécessaires pour faire face à l'augmentation prévisible des besoins du marché.

Dans cette hypothèse probable, des transferts de technologie de grande ampleur dans les domaines du traitement du latex, de l'usinage, du séchage, du conditionnement s'imposent.

Dès lors, des recherches fondamentales seront nécessaires pour que les techniques de traitement du caoutchouc de plantation correspondent aux exigences industrielles des transformateurs en s'adaptant aux possibilités locales (plantations industrielles ou villageoises).

Qui peut faire ces recherches de base et opérer ces transferts, si ce ne sont des technologues avertis ?

Ces réflexions nous permettent de dégager les trois axes fondamentaux pour le choix des programmes de recherche de la technologie :

- variabilité,
- coagulation, traitement mécanique, séchage,
- comportement rhéologique.

La maîtrise de la variabilité est la voie royale pour s'assurer que l'ensemble des travaux entrepris par l'IRCA conduisent à des caoutchoucs ayant un marché.

La maîtrise de la coagulation, du traitement mécanique et du séchage est le seul moyen de ne pas engager les petits planteurs dans des techniques aboutissant à un rapport qualité/prix de revient incompatible avec le marché et de les conduire ainsi à la misère ou à une assistance financière permanente déshonorante.

Tous les moyens scientifiques propres à l'IRCA, pour des raisons historiques parfaitement compréhensibles, sont concentrés en Côte d'Ivoire, pays qui n'est pas, et de loin, un producteur significatif de caoutchouc naturel. Ce n'est pas sain. Une diversification dans d'autres pays hévéicoles s'impose ; elle peut être progressive.

Il nous paraît hautement souhaitable que la Division Technologie, très isolée au sein du CIRAD, puisse bénéficier de l'appui d'un membre éminent de la communauté scientifique, connaissant bien le monde du caoutchouc, pour concevoir, orienter et éventuellement infléchir ses recherches, étant en quelque sorte sa conscience scientifique et son garant vis-à-vis des autorités de tutelle.

Nous pouvons maintenant, si vous le permettez, examiner d'un peu plus près les programmes de recherches recommandés.

Et tout d'abord :

### **Variabilité du caoutchouc naturel**

C'est certainement le problème numéro 1. Non que les caoutchoucs synthétiques ne présentent pas le même phénomène : mais, dans leur cas, la variabilité s'exerce dans des limites étroites et relativement bien contrôlées. Ce qui n'est pas, jusqu'à ce jour du moins, le cas du naturel.

Les manufacturiers sont ouverts à une certaine variabilité pour un produit végétal. Mais ils veulent que des limites raisonnables, convenues entre planteurs et

eux-mêmes, soient respectées, et connaître comment se situent les lots qu'ils mettent en oeuvre par rapport à ces spécifications convenues.

Le risque principal est alors de voir les recherches agronomiques aboutir à la sélection de clones parfaitement satisfaisants du point de vue des agronomes, mais ne répondant pas à ces spécifications minimales et n'ayant donc pas de marché.

Seule une collaboration étroite entre agronomes et technologues peut pallier ce risque. La Technologie constitue en dernier ressort le meilleur interface agronomes/consommateurs.

### **Coagulation, traitement mécanique, séchage**

L'étude de ces techniques nous paraît nécessaire pour quatre raisons :

- au cours de la coagulation une fraction significative des non caoutchoucs qui sont supposés jouer un rôle important dans la stabilité et la mise en oeuvre du caoutchouc, sont éliminés ;
- au cours de l'usinage, traitement purement mécanique, une nouvelle quantité de non-caoutchoucs est perdue soit avec le sérum résiduel chassé par le traitement mécanique, soit par l'eau de lavage utilisée pour éliminer les impuretés résiduelles ;
- le séchage s'opère par chauffage à l'air libre et provoque une oxydation plus ou moins grande selon les conditions opératoires; c'est un autre facteur de variabilité;
- l'élimination de l'eau résiduaire du coagulum est une opération coûteuse en énergie.

### **Comportement rhéologique**

La question de fond est de savoir pourquoi la variabilité des caractéristiques rhéologiques des élastomères a tant d'importance pour les manufacturiers .

Deux raisons principales :

1°. La mise en oeuvre du caoutchouc sec nécessite un traitement mécanique très gros consommateur d'énergie. L'objet en caoutchouc, tel que nous l'utilisons, est un composite (pour employer la terminologie actuelle) formé d'une matrice continue : le caoutchouc et d'une phase dispersée, le plus souvent, une charge minérale dite "renforçante" en raison de son action sur les caractéristiques physiques et mécaniques de l'objet final.

2°. Les caractéristiques mécaniques après vulcanisation sont fonction de la dimension initiale de la chaîne macromoléculaire, de sa régularité structurale et du degré de dispersion de la phase discontinue.

Les exigences des manufacturiers sont concrétisées par la Norme ISO 2000, célèbre dans le monde du caoutchouc naturel, mais manifestement insuffisante. Il faut savoir que cette norme a été "concoctée" à l'initiative des Malais qui n'ont jamais voulu considérer le problème de la variabilité du caoutchouc naturel comme prioritaire pour sauvegarder les possibilités d'écoulement de la production des "smallholders" qui présentent un intérêt économique vital pour ce pays.



Le refus de prendre en considération les problèmes des utilisateurs de sa propre production est suicidaire à terme. Nous retrouvons là les problèmes auxquels les producteurs villageois seront rapidement confrontés.

Résumons les exigences des transformateurs :

La première, impérative, est la propreté du caoutchouc qu'ils achètent. Si l'on veut bien admettre avec nous que l'objet en caoutchouc tel qu'il parvient à l'utilisateur final est un composite, il est aisé de comprendre que les caractéristiques mécaniques du dit objet sont commandées par le maillon le plus faible de l'association matrice continue (caoutchouc)/phase dispersée (charge renforçante).

Contrairement à une idée répandue, la production villageoise n'est pas rejetée de ce fait. Simplement, elle n'est acceptable que si elle est propre.

La deuxième a trait à la viscosité ou consistance des lots livrés. L'incorporation de charges minérales (et autres) dans la matrice caoutchouc est grande dévoreuse d'énergie : la consistance initiale du caoutchouc joue un rôle dans l'importance ou la modération de cette consommation.

La viscosité est évidemment fonction du poids moléculaire, de la structure stérique de la chaîne et des interactions entre chaînes. Le nombre de paramètres en cause est important, les spécialistes peuvent les énumérer; nous nous contenterons ici d'indiquer qu'ils sont, pour le plus grand nombre, d'origine végétale et, pour le reste, dûs aux conditions d'usinage.

Pour ce qui est des paramètres végétaux, seule la technologie peut orienter les agronomes et plus particulièrement les sélectionneurs de clones vers le matériel végétal prometteur, répondant aux exigences du marché. Ceci suppose une collaboration étroite et confiante entre agronomes et technologues.

Ces exigences draconiennes sont-elles justifiées ?

Peu d'entre nous ont présent à l'esprit qu'en prenant le volant de leur voiture, leur vie repose sur quatre pneumatiques dont la surface de contact avec le sol ne dépasse pas, pour l'ensemble, quelques décimètres carrés, qu'à 90 km/heure cette surface est renouvelée 850 fois par minute et 1250 fois à 130 km/heure. Au delà vous êtes en contravention.

Tout laxisme à l'égard de la qualité des matières premières utilisées conduit à la catastrophe physique pour l'occupant de la voiture et à la ruine pour l'industriel. Certains pneumatiquiers, et non des moindres, en ont fait la cruelle expérience.

## Conclusions

Ces observations ont conduit la commission à constater que la technologie de l'IRCA :

- supportait encore le poids du passé,
- n'avait survécu jusqu'à ce jour que grâce à l'obtention de contrats internationaux;

qu'il existait :

- une trop grande dispersion des activités entreprises,
- un manque de définition claire et précise des objectifs poursuivis et de leur finalité,

- un poids trop important des actions de développement par rapport aux programmes de recherche fondamentaux,

d'où la recommandation faite de recentrer les divers programmes autour du noyau dur constitué par l'étude de la variabilité en vue de sa maîtrise.





## M. de Livonnière

Nous partageons pleinement le point de vue de la Revue Externe sur l'importance de l'étude et de la maîtrise de la variabilité du caoutchouc naturel, et allons exposer le point de vue de la Division Technologie sur la manière d'aborder ce problème et l'orientation des programmes de recherche et de développement proposés pour le résoudre.

### QUELLES SONT AUJOURD'HUI LES CONTRAINTES POUR LE CAOUTCHOUC NATUREL ?

Il faut savoir que les 5 millions de tonnes de caoutchouc naturel sont produites par 50 millions de personnes sur une surface de 8,5 millions d'hectares éparpillés à travers le monde, le long de la ceinture tropicale. Ces chiffres sont à comparer avec les 10 millions de tonnes de caoutchouc synthétique qui ne sont produites que par 1 million d'ouvriers, de cadres techniques et d'ingénieurs. De plus, sur le plan chimique, le caoutchouc naturel est un polyisoprène, macromolécule très réactive, donc très sensible à toute intervention humaine.

L'industriel sera donc en présence d'un produit dont la variabilité est due, d'une part, à son origine végétale, à l'éparpillement des sites de production et à l'environnement éco-climatique des arbres, d'autre part, aux conditions d'exploitation et de récolte des hévéas, et enfin aux procédés de traitement des produits de la plantation.

### COMMENT SE TRADUIT A L'USINE LA VARIABILITE DU CAOUTCHOUC NATUREL ?

Le schéma général de fabrication d'articles en caoutchouc se divise en trois phases principales (Fig.36).

- 1.- **Le mélangeage** qui consiste à incorporer au caoutchouc les ingrédients entrant dans la composition du produit final, en particulier les charges et les huiles plastifiantes, le mélange obtenu devant être suffisamment plastique pour être ensuite mis en forme. La viscosité initiale de la gomme et son oxydabilité conditionneront la vitesse d'incorporation des ingrédients et la qualité du mélange final; les grandeurs moléculaires du caoutchouc naturel sont en relation avec cette viscosité.
- 2.- Vient ensuite la **mise en forme** du mélange cru dans lequel devront être prises en compte les propriétés rhéologiques du caoutchouc qui traduisent ses caractéristiques viscoélastiques et qui sont, elles aussi, reliées aux grandeurs macromoléculaires déjà citées.
- 3.- Enfin, la troisième étape est celle de la **vulcanisation** ou cuisson du mélange qui assurera la rigidité finale du produit dont les performances sont dépendantes de l'état de vulcanisation, tandis que l'énergie à mettre en oeuvre dépendra de la vitesse de vulcanisation.

**Grandeur moléculaire, oxydabilité, état et vitesse de vulcanisation, sont trois caractéristiques variables pour le caoutchouc naturel.**

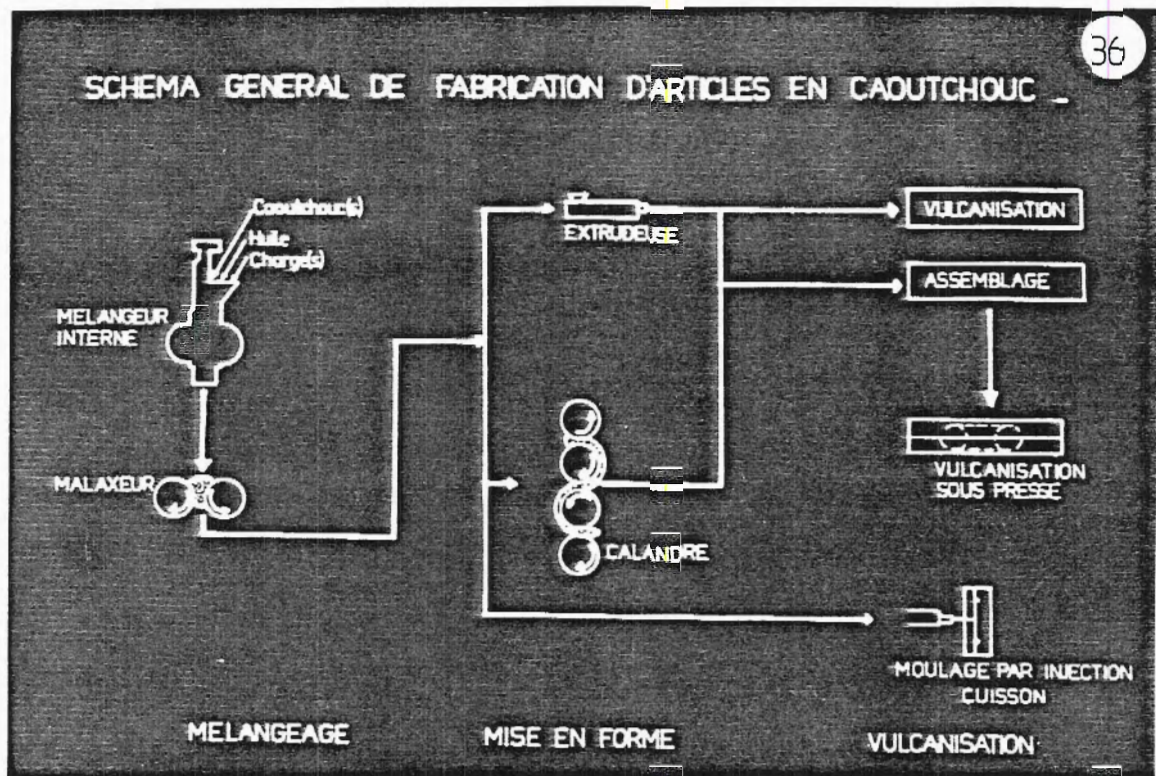
C'est pourquoi le problème de la variabilité du caoutchouc naturel a été abordé en concevant un système descriptif à trois dimensions (Fig.37).

Ce système fait intervenir les facteurs principaux de la variabilité qui sont les grandeurs moléculaires suivant un axe P (polymère) : longueur des chaînes, spectre de répartition des masses, teneur en gel, structure physique ou chimique, la vitesse de vulcanisation suivant un axe V, l'oxydabilité suivant un axe OR (oxydoréduction) relatif à la sensibilité à l'oxydation du caoutchouc cru.



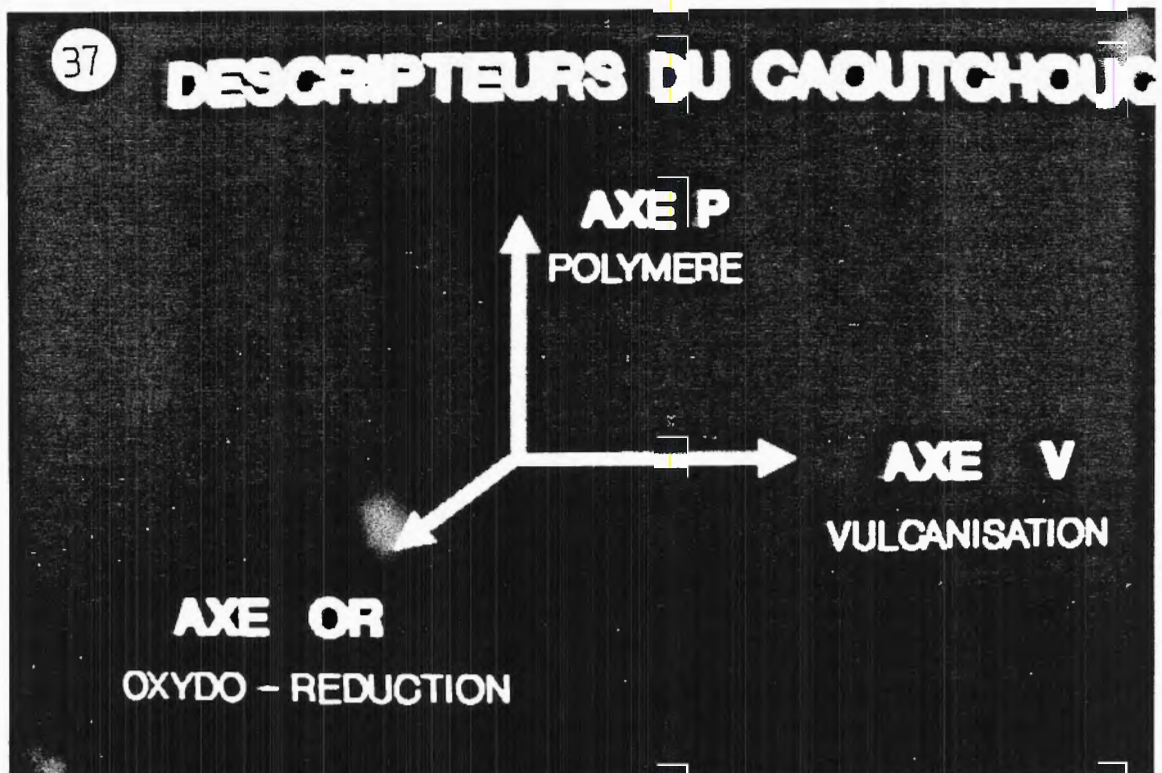
36

## SCHEMA GENERAL DE FABRICATION D'ARTICLES EN CAOUTCHOUC



37

## DESCRIPTEURS DU CAOUTCHOUC



Le plan OR/V concerne les constituants non caoutchoucs responsables de la variabilité de comportement du caoutchouc naturel : plastification au cours du mélangeage (oxydabilité, vitesse de plastification) et vulcanisation.

Le plan P/V caractérise les propriétés finales du produit vulcanisé.

Le plan P/OR est en relation avec le comportement à la mastication du caoutchouc.

La figure 38 décrit la filière caoutchouc depuis l'arbre jusqu'à l'usine de manufacture, utilisateur final des produits de la plantation. Après la saignée, le latex (séquence du haut) ou les fonds de tasses (séquence du bas) subissent une série de traitements chimiques (coagulation), mécaniques (crêpage, granulation), et thermiques (séchage), visant à l'élimination de l'eau, donc du sérum. Suivant la nature et l'intensité de ces traitements, la nature et la concentration en éléments non caoutchouc varieront : les caractéristiques et les propriétés du polyisoprène de départ pourront être plus ou moins modifiées.

## QUELS SONT LES PROGRAMMES A METTRE EN OEUVRE ?

Les programmes de recherche de la Division Technologie devront s'appuyer sur le concept descriptif précédent (Fig.37), leur finalité étant d'être aptes à proposer aux producteurs de caoutchouc naturel, quels qu'ils soient, les techniques nécessaires pour adapter leur production aux exigences des transformateurs qui sont leurs seuls clients. D'ores et déjà, les manufacturiers demandent une garantie d'assurance-qualité et la possibilité de prévoir le comportement du caoutchouc naturel au moment de sa mise en oeuvre. Aussi, comme cela a été dit précédemment, la Division Technologie doit rester l'interface entre producteurs et transformateurs ; elle intervient tout au long de la filière qui commence à la collecte et s'achève chez le manufacturier (Fig.38).

Conformément aux thèmes suggérés par la Revue Externe et en fonction des priorités indiquées, nous proposons les programmes suivants :

### *a/ Etude des propriétés du caoutchouc cru :*

- grandeurs moléculaires
- oxydabilité du caoutchouc cru
- aptitude à la vulcanisation du caoutchouc cru
- propriétés "transformateurs"

### *b/ Etude et correction de la variabilité du caoutchouc cru :*

- variabilité induite par les clones, les conditions éco-climatiques, les conditions d'exploitation et de récolte
- variabilité due aux traitements (usinage)
- correction de la variabilité.

Les recherches à poursuivre ou à entreprendre, recherches dont l'objectif final prioritaire reste la correction de la variabilité, sont les suivantes :

a) L'étude des propriétés du caoutchouc cru : celle-ci profitera de la position privilégiée de l'IRCA qui entretient des relations, à la fois avec les pays producteurs, membres



de l'IRRDB, et les manufacturiers français et européens. Elle s'appuiera sur les 4 opérations indiquées ci-dessus.

- Grandeurs moléculaires : à notre connaissance, il n'existe pas à ce jour de données sur les grandeurs moléculaires du polyisoprène naturel tel qu'il sort de l'arbre avant tout traitement ; elles permettront d'accéder à une connaissance plus approfondie des propriétés physico-chimiques du caoutchouc naturel en liaison éventuelle avec certains paramètres physiologiques du latex. Cette action de recherche consiste à adapter les méthodes d'analyse existantes (HPLC) aux mesures envisagées.

- Oxydabilité du caoutchouc : La sensibilité à l'oxydation du caoutchouc cru est un phénomène important et spécifique du caoutchouc naturel qui conditionne en partie son comportement au cours des transformations ultérieures. Cette propriété est habituellement caractérisée par la mesure de PRI (Plasticity Retention Index) et résulte de la présence au sein de la balle de substances "non-caoutchouc" de composition complexe aux effets antagonistes (pro et anti-oxydants). Nous nous proposons d'aborder ces phénomènes sous l'aspect global des propriétés d'oxydo-réduction du milieu, puis de remonter au niveau des latex d'origine.

- Vulcanisation du caoutchouc : L'état et la vitesse de vulcanisation dépendent des caractéristiques macromoléculaires, de la nature et de la composition en éléments non-caoutchouc. C'est une propriété très importante du caoutchouc naturel. Cette action consiste à rechercher une méthode pour apprécier de façon globale cette propriété en amont des traitements de la filière.

- Propriétés "transformateurs" : Recherche de corrélations entre les propriétés "transformateurs" et les propriétés "producteurs", par exemple :

- . grandeurs moléculaires et propriétés rhéologiques ou collant de confection,
- . sensibilité à l'oxydation et dégradabilité,
- . aptitude à la vulcanisation et propriétés dynamiques.

**b) Etude et correction de la variabilité du caoutchouc cru** : celle-ci comprendra l'étude de la variabilité induite par les facteurs de plantations, clones, conditions éco-climatiques et d'exploitation, qui fait la liaison entre les travaux de recherche de la Division Agronomie et de la Division Technologie, en particulier pour fournir aux sélectionneurs des indications sur les propriétés technologiques des clones qu'ils préconisent et, dans une 2ème étape, mettre au point de nouvelles méthodes d'analyse utilisables à un stade de sélection précoce.

La variabilité due au traitement (usage) est un champ d'étude très vaste qui sera limité à la détermination de l'influence de la température de séchage sur les propriétés finales du caoutchouc. D'autres études, telles que cinétique de séchage, ne seront entreprises que si les financements correspondants sont trouvés.

La correction de la variabilité au moyen de traitements chimiques continuera d'être étudiée au fur et à mesure de l'acquisition des connaissances sur la variabilité. Dès aujourd'hui, l'ajout d'acide phosphorique permet de remonter le PRI des caoutchoucs de fonds de tasses. On peut citer aussi le traitement par le SHA conduisant aux caoutchoucs à viscosité stabilisée issus de latex 5 CV ou de fonds de tasses 10 CV. D'autres traitements sont à l'étude vis-à-vis d'autres propriétés. Dans le futur, la biochimie moléculaire fournira peut-être des éléments de réponse à la question du contrôle de la masse moléculaire au niveau du laticifère.

En ce qui concerne le **développement**, prolongement des opérations de recherche, 4 opérations ont été retenues :

- . amélioration de la qualité du caoutchouc des planteurs villageois pour laquelle la Division Technologie répondra aux demandes des socio-agronomes;

- l'assistance technique aux producteurs se fera grâce à des interventions résultant de conventions passées, soit directement avec les producteurs, soit avec des organismes internationaux;
- la Division Technologie se doit de participer de façon active aux travaux de normalisation de l'ISO et de l'AFNOR;
- enfin, sur le plan de la diversification des qualités, l'avenir du caoutchouc naturel implique la possibilité de répondre à des emplois spécifiques constituant des créneaux industriels à forte valeur ajoutée, comme c'est le cas pour le caoutchouc synthétique. C'est pourquoi le contrat UNIDO de Développement du Caoutchouc Liquide sera mené à bonne fin par la poursuite de l'identification des marchés et la recherche d'un partenaire capable d'industrialiser le procédé. La modification chimique du caoutchouc continuera d'être prise en charge par les Universités partenaires de l'IRCA dans ce domaine.

#### **DE QUELS MOYENS DISPOSE LA DIVISION TECHNOLOGIE POUR MENER A BIEN CES PROGRAMMES ?**

Ceux-ci sont rappelés sur la figure 39.

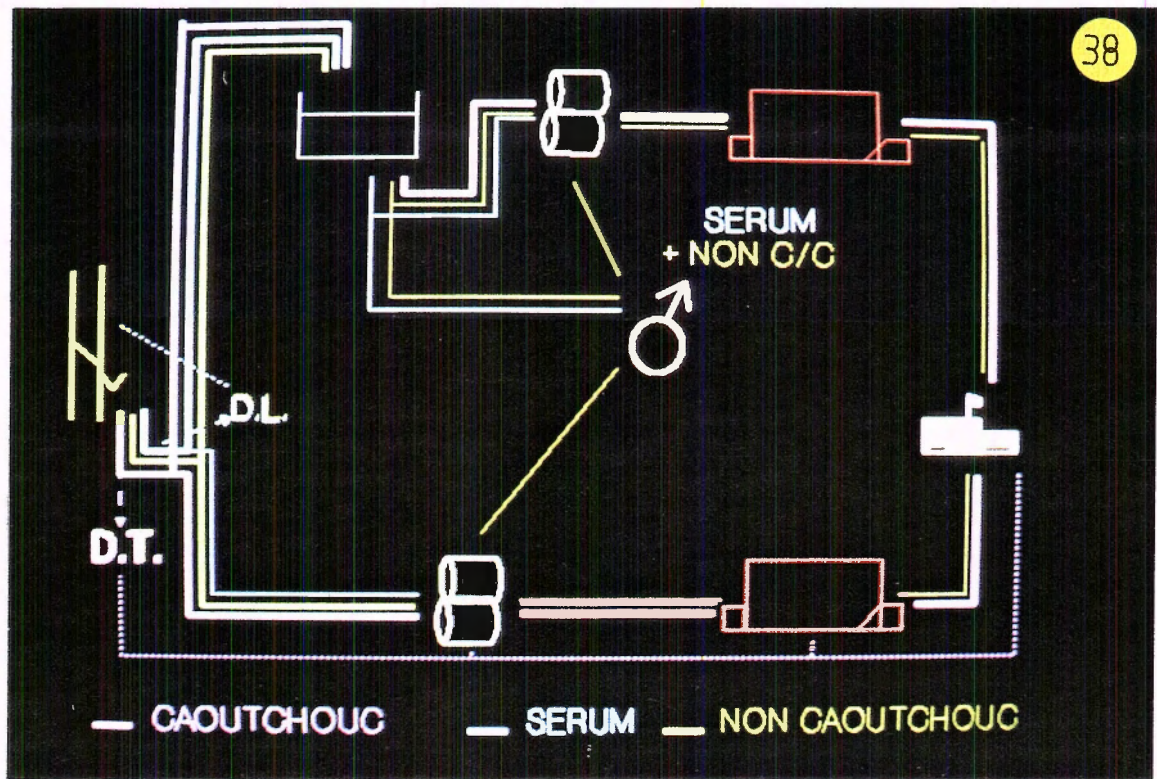
Les opérations de recherche seront menées dans le cadre d'un "noyau dur" constitué par les équipes du Siège, de Côte d'Ivoire et de l'IRAP, ce noyau dur étant susceptible d'être étendu au Cameroun et à certains pays du sud-est asiatique dans le cadre des projets de délocalisation du CIRAD. Il faut souligner la participation active menée par les Universités suivantes :

- *Université du Maine* pour les modifications chimiques du caoutchouc.
- *Université de Montpellier (USTL)* pour les recherches fondamentales sur le séchage.
- *Université Pierre et Marie Curie de Paris VI* pour les recherches sur l'oxydabilité du caoutchouc.
- *Université de Mulhouse* pour les recherches sur la chimie en phase latex.
- *L'IFOCA* intervient à la fois pour la formation de nos partenaires de l'IRRDB et contribue à nos recherches dans le cadre des travaux de ses élèves.

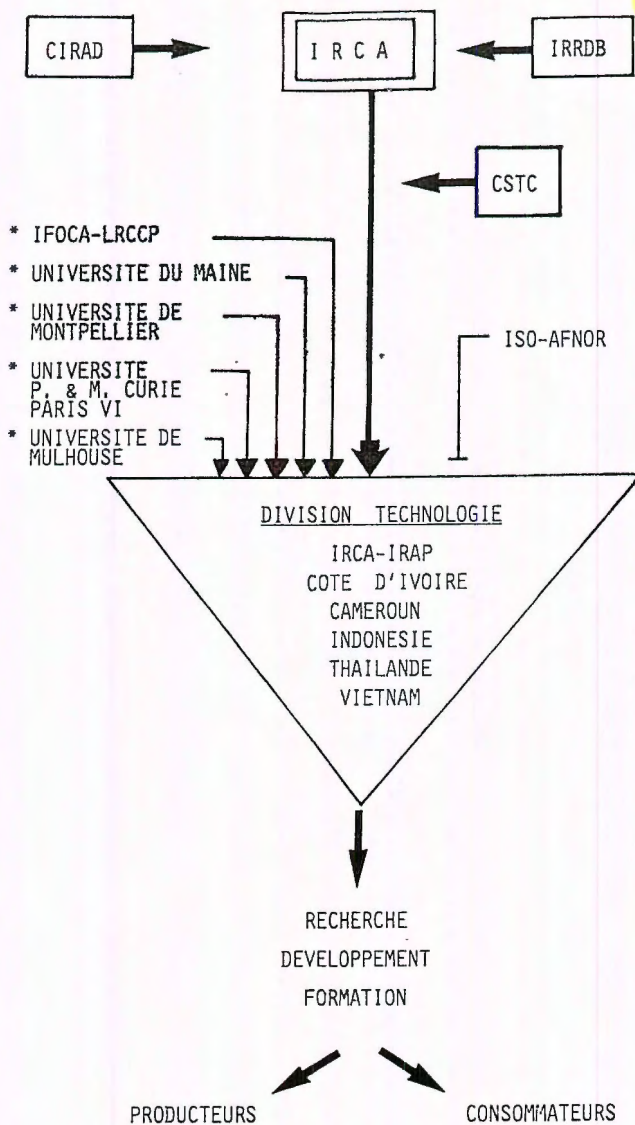
**En conclusion**, les priorités indiquées sur la figure 40, tiennent compte des moyens actuels et prévisibles de la Division Technologie et résultent de sa position privilégiée comme interface entre producteurs et consommateurs. Un noyau dur de recherche à caractère fondamental est centré sur l'étude des grandeurs moléculaires, de l'oxydabilité et de l'incidence clonale sur la variabilité du caoutchouc naturel. Le niveau de priorité des autres opérations dépendra de l'intérêt des producteurs (pays ou sociétés) et des consommateurs pour celles-ci, ainsi que des financements disponibles pour les mener à bien en totalité ou partiellement.

La localisation des activités du noyau dur centré sur la France et la Côte d'Ivoire est susceptible d'évoluer en fonction de la politique de délocalisation du CIRAD : la Guyane peut-être, pour les recherches très fondamentales, les pays d'Asie, Indonésie, Thaïlande, Vietnam ou Cambodge sans doute, pour les autres.

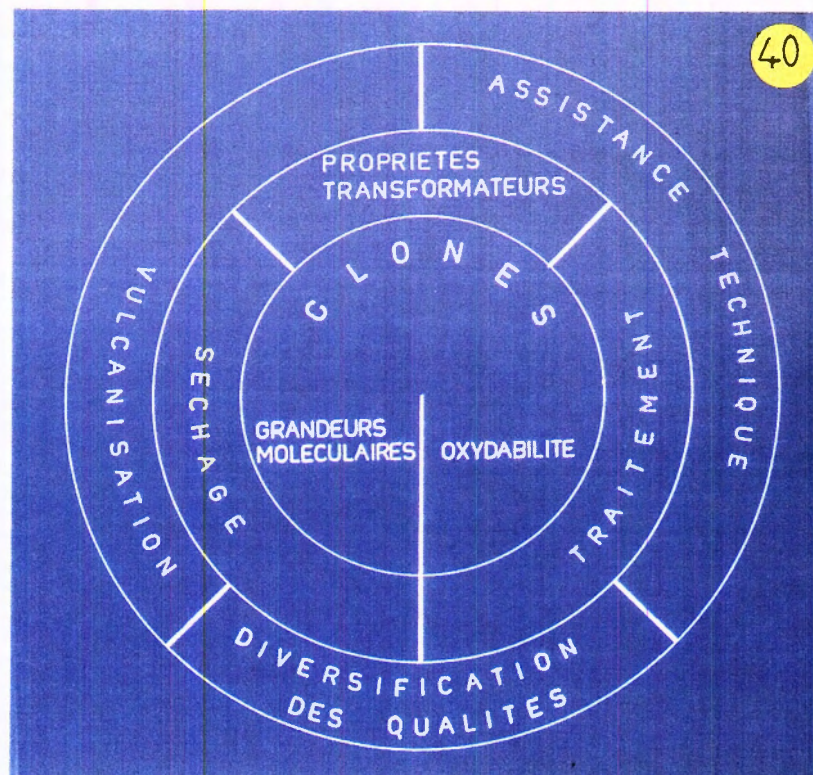




39



40





La Division Technologie doit se donner les moyens d'approfondir les connaissances de base sur le polymère caoutchouc naturel pour lui permettre d'affronter avec succès les défis techniques du troisième millénaire.

L'étude de la "variabilité" prend en compte les facteurs "agronomiques" de plantation et intègre les autres facteurs, car le produit qui intéresse l'utilisateur final, c'est la **balle prête à l'emploi** et non le latex. Comme le **Diagnostic Latex** renseigne sur le comportement futur des arbres, l'étude de la variabilité du caoutchouc incluant les facteurs de plantation et de traitement en usine doit permettre de concevoir un **Diagnostic Technologique**, véritable indicateur du comportement du caoutchouc lors de sa mise en oeuvre chez le transformateur.

## Discussion

**M. Bertrand**

Je voudrai remercier M. Gossot pour avoir re-situé le caoutchouc naturel: c'est pour fabriquer quelque chose. C'est un élastomère parmi plusieurs dizaines d'autres, qui tous coexistent actuellement. Comment les manufacturiers justifient-ils le besoin, à l'heure actuelle, de caoutchouc naturel ?

**M. Gossot**

Ce qui intéresse les manufacturiers c'est la molécule polyisoprène. Le polyisoprène de synthèse ne constitue pas aujourd'hui un concurrent sérieux pour le caoutchouc naturel. L'isoprène monomère qui sert à le fabriquer vient du naphta dont le prix oscille autour de 10 ou 12 fois le prix du brut. Mais je voudrai attirer l'attention de l'IRCA sur une veille technologique nécessaire parce que les pétrochimistes ne restent pas les deux pieds dans le même sabot, car ils cherchent aussi à fabriquer des hydrocarbures en C2, C4, etc à partir du gaz naturel (méthane) ; les travaux vont vite. Le prix du gaz naturel ne suit pas le prix du brut. Il y a là un concurrent possible.

Les non-caoutchoucs seraient un autre argument important en faveur du caoutchouc naturel ; or personne ne sait exactement quels sont leurs rôles, quels sont ceux qui sont intéressants.

**Pr Donnet**

Votre programme est bien centré, il correspond avec vos moyens et les coopérations que vous avez. Ce que je relève de neuf c'est:

- l'idée de faire du contrôle des masses moléculaires et de leur répartition près de l'arbre; cela mérite réflexion pour trouver les méthodes susceptibles d'être appliquées aux champs ou presque. Il y a des méthodes d'analyse à la fois sophistiquées et simples comme la chromatographie, et entre autres la chromatographie inverse,
- le rôle de la biologie moléculaire, ce n'est pas parce que c'est difficile qu'il ne faut pas l'entreprendre.

En ce qui concerne le développement, la qualité, les plantations villageoises, l'assistance technique vous avez dit ce qu'il faut dire. J'insisterai sur la normalisation, il ne faut pas en être absent, sinon c'est notre industrie qui paie. Il faut voir avec les autres instituts (IRAP, IFOCA) pour avoir de bonnes représentations françaises sans duplication et sans trou.

Pour la diversification, les programmes sont très sages et il faut renforcer les moyens et les collaborations .

Jusqu'à maintenant l'IRCA a disposé de moyens importants de la part de l'UNIDO, ils vont faire défaut bientôt. Il faudrait faire appel aux grands programmes européens qui sont très variés et richement dotés avec un partenaire.



#### M. de Padirac

Au cours de la dernière conférence internationale du Study Group qui s'est tenue à Ottawa, les présidents des plus grandes sociétés de pneumatiques ont insisté sur l'importance qu'ils attachaient au caoutchouc naturel et ils demandaient que ce caoutchouc soit propre et d'un comportement prévisible au cours de l'usinage.

Au cours de cette réunion, on a vu les Soviétiques, les plus importants producteurs de polyisoprène, laisser dire qu'ils pourraient, dans une économie plus ou moins libéralisée, acheter du caoutchouc naturel au lieu de reconstruire certaines de leurs usines obsolètes.

#### M. Sébillote

Le contrôle au pied de l'arbre qui a été évoqué ressemble beaucoup à ce qu'on fait pour l'orge de brasserie: trouver un indicateur en cours de végétation qui permette de constituer des lots qui seront le plus proche possible de ce que recherche l'industriel. Dans ce cas il importe d'avoir des lots importants avec tel défaut (on règle l'usine pour traiter le lot). On aurait là un rôle pour l'agronomie : découpage différent des parcelles, collecte différente des arbres...

#### Pr. Brosse

Pour continuer à travailler à la valorisation chimique du caoutchouc naturel, il y a actuellement la modification chimique en milieu dispersant (Mulhouse). C'est un domaine à développer pour trouver et mettre au point de nouveaux produits. Le caoutchouc naturel qui est un hydrocarbure solide déjà polymère il faut développer la démarche mise en route. Le caoutchouc liquide est un des produits de cette chimie en milieu dispersé, le caoutchouc liquide époxydé est le produit de 2ème génération de cette chimie.

La stimulation de l'hévéa se fait de manière empirique. on pourrait y adapter ce qui a été trouvé en médecine, la libération contrôlée du médicament. Cela pourrait être étendu aux maladies de l'arbre.

#### M. de Livonnière

Une demande de financement de thèse vient d'être faite au CIRAD, lors de la dernière CPCS, concernant la fabrication d'agents stimulants à effet retard à partir de caoutchouc modifié, issu en particulier du caoutchouc époxydé.

#### M. Rosenbaum

Les technologues sont comme les marchands de caoutchouc, ils sont entre l'écorce et l'arbre.

L'orientation de la sélection vers la production de caoutchoucs à propriétés particulières devrait avoir d'abord pour objectif de mieux connaître les masses moléculaires, les non-caoutchoucs. Cette connaissance permettrait de donner aux industriels la possibilité d'adapter leur process d'usinage.

Si on résout le problème de la variabilité du caoutchouc naturel on peut dormir tranquille pendant un siècle sur le caoutchouc naturel, on n'aura pas de concurrent surtout au prix actuel ...



# CONCLUSIONS





## GÉOPOLITIQUE

### M. CAMPAIGNOLLE

#### Comment nous voyons l'organisation du dispositif IRCA à travers le monde hévéicole

La situation idéale serait :

- outre les implantations actuelles de métropoles qui sont très importantes, notamment pour les recherches fondamentales dont l'Audit approuve le renforcement (à Montpellier : les trois laboratoires + les serres + le Service de Documentation ; au Mans : l'IRAP et l'Université du Maine),
- de disposer par continent d'une base de recherche conséquente, c'est à dire :
  - . desservant un ensemble hévéicole de première grandeur
  - . située dans un pays à spécificités hévéicoles marquées (pour les recherches)
  - . susceptible d'être articulée avec d'autres stations dans le pays ou dans des pays limitrophes
  - . et permettant le regroupement d'un minimum de chercheurs pour atténuer les inconvénients de l'isolement

Selon ces critères, le dispositif IRCA outre-mer pourrait se résumer ainsi :

- la station de Bimbresso pour l'Afrique
- la station de Sembawa pour l'Asie
- la station de Kourou pour l'Amérique du Sud.

En Afrique, l'implantation en Côte d'Ivoire - malgré les difficultés du moment - est primordiale pour l'IRCA, en effet :

- . la Côte d'Ivoire est en passe de devenir le premier producteur d'Afrique
- . Bimbresso dispose d'un potentiel de recherches très important, qui se renforce avec le complément du Gô (1 500 ha prévus dont 900 déjà plantés), portant les surfaces expérimentales de Côte d'Ivoire à quelque 2 500 ha.
- . c'est encore en Côte d'Ivoire que l'IRCA conduit à ce jour le programme Amélioration, qu'a été construit le pilote de production de LNR, unique au monde, et qu'est prévue la réalisation du projet régional "séchage" présenté à l'UNIDO.
- . par ailleurs, depuis longtemps, l'IRCA entretient des relations privilégiées avec des pays voisins tels le Cameroun avec l'IRA, et le Gabon avec le CATH, pays où se posent des problèmes différents de ceux de Côte d'Ivoire.



- . enfin, le siège de l'ACNA - Association Professionnelle du Caoutchouc naturel en Afrique - est situé à Abidjan : président et secrétaire exécutif sont ivoiriens ; et l'IRCA est conseiller technique de cette institution.
- . ainsi, l'organisation de la profession en Afrique étant faite, il suffirait que l'Europe du caoutchouc s'organise de même, pour que, dans le cadre d'accords de type Lomé, on puisse envisager une transposition de la coopération franco-ivoirienne en une coopération euro-africaine.

En Asie, l'Indonésie est une implantation favorable :

- . l'Indonésie est en passe de devenir le premier producteur mondial,
  - . est déjà le pays qui a la plus grande surface hévéicole (# 3 M d'ha)
  - . et 85 % de ces surfaces sont villageoises.
- On est donc bien au coeur du sujet pour étudier le vaste problème du transfert de technologie en milieu villageois.

De plus, l'IRCA est déjà implanté en Indonésie.

A Sembawa d'abord, dans l'Institut de recherche indonésien pour l'hévéaculture villageoise, où l'IRCA a deux agents. Et les occasions de renforcer l'équipe sont nombreuses pour peu qu'on prenne en considération (1) les 40 000 ha d'hévéas qui se plantent annuellement dans le pays et qui auront besoin d'identification clonale, voire de faire une large place aux CIV ; (2) le projet 200 ha d'expérimentations en jointe-venture, à l'étude au CIRAD en attendant l'aboutissement du grand projet CIRAD de plusieurs milliers d'ha, (3) le projet CEE en cours d'évaluation, ...

Mais l'IRCA est également présent en dehors de Sembawa ; par exemple à Jakarta à la DGE, tandis qu'un technologue se prépare à rejoindre prochainement le laboratoire de contrôle de qualité des produits semi-finis (financé par la France) et qu'un physiologiste doit rejoindre le Nord-Sumatra où trois grandes plantations industrielles, SOCFINDO, GOODYEAR et SIPEF, totalisant 25 000 ha en saignée - ont demandé à l'IRCA l'installation et la conduite - à leur frais - d'un laboratoire de DL.

Il reste que d'autres pays méritent aussi d'être pris en considération.

En premier lieu le VIET NAM qui a beaucoup retenu l'attention de l'Audit. L'IRCA y a présentement deux agents axés sur les problèmes de qualité et de transformation locale du caoutchouc national en liaison avec une société privée française. L'IRCA est également sollicité pour un contrat "chloration du caoutchouc" sur financement UNIDO, et a aussi commencé, à l'instigation d'une autre société privée française ayant des vues sur la plantation des Hauts-Plateaux, d'y mettre en place avec son partenaire historique, l'IRCV, un minimum d'expérimentations préalables.

Sans doute pourrait-on grouper avec le VIET NAM les voisins immédiats :

- . la Thaïlande - également très gros producteur de caoutchouc naturel - où il y a en poste un technologue IRCA, en charge de la préparation de deux projets : l'un CEE sur la modification chimique du caoutchouc naturel, l'autre UNIDO sur le contrôle de qualité des produits bruts et semi-finis.
- . voire le Cambodge qui vient de demander à l'IRCA, via le Ministère des Affaires Etrangères, rien moins que la remise en route de l'IRCC (Institut de Recherche sur le Caoutchouc du Cambodge).

En Amérique du Sud, la Guyane paraît une implantation très intéressante, même si, comme le souligne l'Audit, elle n'est pas sans inconvénient.

D'abord, parce que cette implantation répond aux critères retenus :

- desserte de l'Amazonie, immense territoire d'origine de l'espèce, et plus précisément, du Brésil, qui est le premier producteur de la région,
- spécificités hévéicoles marquées :
  - . existence de la maladie sud américaine des feuilles, qui n'existe pas en Asie et en Afrique.
  - . coût de la main d'oeuvre élevée (qui préfigure l'évolution)
- articulation possible avec les pays voisins :
  - . à commencer par le Brésil (pour la sélection en zone escape)
  - . mais aussi le Guatemala qui est prêt à financer une coopération étendue.
  - . voir la Colombie, à propos de laquelle nous avons été consultés pour le rôle que pourrait jouer l'hevea, comme substitut aux cultures des plantes stupéfiantes.

Mais cette implantation présente aussi des avantages particuliers :

- elle bénéficierait d'un environnement scientifique qui en vaut bien d'autres : INRA, CEMAGREF, CTFT ...
- elle serait l'occasion d'essayer un retour des européens au caoutchouc naturel :
  - . il y a déjà le modèle réussi d'Ariane
  - . mais aussi : l'Europe importe 900 000 T de caoutchouc naturel par an



- on disposerait là d'une terre française commode pour les recherches nécessitant une certaine confidentialité.
- par ailleurs, on a obtenu l'accord de l'ANVAR pour le financement d'un atelier de traitement du caoutchouc,
- et ainsi, pour peu que les cultures atteignent une centaine d'ha (dont 17 ha plantés et 20 en commande), on a la possibilité de faire de la station un centre privilégié - pourquoi pas européen - de formation, soulageant d'autant la Côte d'Ivoire, saturée.
- aussi, ce serait une bonne base pour l'approvisionnement des laboratoires français en latex, feuilles, graines, caoutchouc, - sans plus être soumis aux restrictions de circulation de matériel végétal de qui que ce soit.
- enfin, l'effectif actuel de l'IRCA à Kourou est de cinq personnes. Pour peu qu'on puisse y installer le sélectionneur demandé et, par exemple, aussi le chercheur en physiologie moléculaire on arriverait à un nombre de 7 personnes constituant un centre d'une importance respectable.

\*  
\* \*

IRRDB : Sur le plan général, il va de soi que l'IRCA continuera d'œuvrer dans le cadre de l'IRRDB : International Rubber Research and Development Board, qui constitue une tribune de choix pour ses travaux et dont il tient la vice-présidence depuis près de 20 ans.

\*  
\* \*

En conclusion, de tout ce qui vient d'être dit et dont la réponse passe nécessairement par :

- l'augmentation de la production (c'est à dire l'accroissement de la productivité et des surfaces)
- et l'amélioration des qualités,

nous proposons les priorités suivantes :

- en recherches :
  - . l'étude de l'encoche sèche qui est un problème mondial
  - . l'approche moléculaire : pour que la physiologie reste un des points forts de l'IRCA, en travaillant en physiologie moléculaire

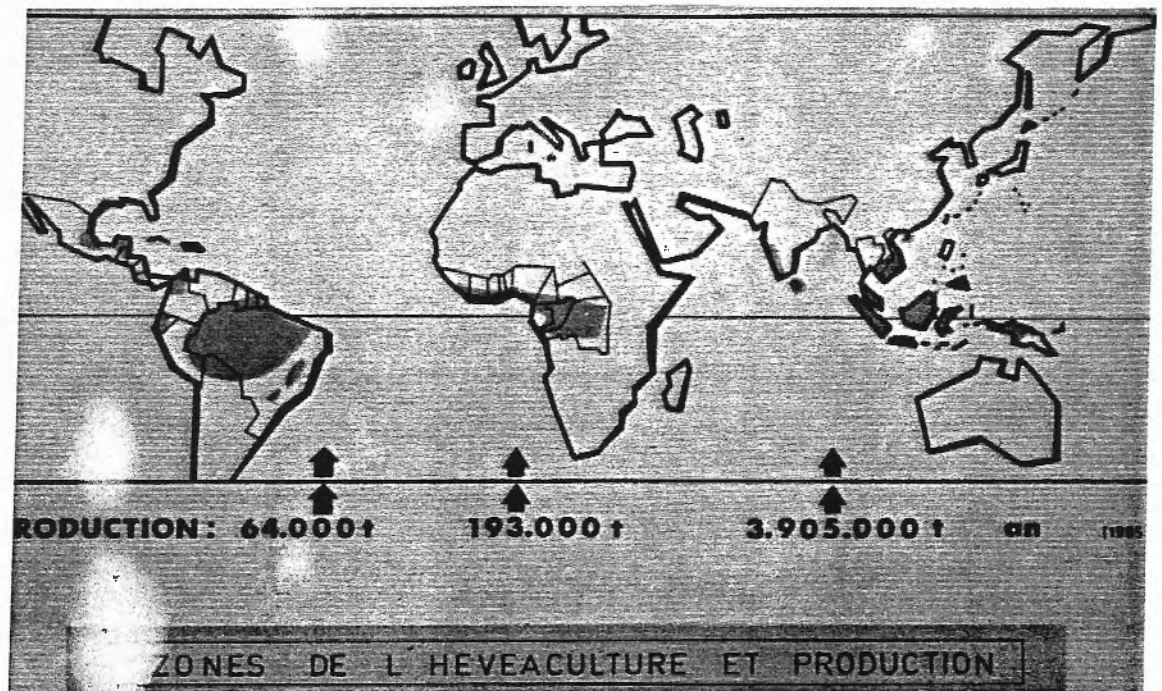
- . l'étude approfondie des propriétés physico-chimiques du caoutchouc en liaison avec ses caractéristiques à la mise en oeuvre : cette connaissance est nécessaire pour répondre aux exigences de l'industrie
- . l'agrophysiologie : les études doivent s'orienter vers une meilleure compréhension de la plante et du peuplement
- . la vitroculture : qui est une réponse à la demande d'accroissement de la productivité. Le microbouturage constitue une première étape ; il faut maintenant intensifier les recherches en embryogénèse somatique
- . la problématique villageoise : c'est évident, étant donné que 80 % de l'hévéaculture mondiale est villageoise, et que c'est là qu'on peut obtenir les gains de productivité et de qualité les plus marquants.

- en géopolitique :

- . le redéploiement vers l'Asie où il y a 90 % de l'hévéaculture mondiale,
- . et le renforcement de la base IRCA en Guyane qui peut être une base de recherches, de préférence européenne, sur le caoutchouc naturel, orientée vers l'Amérique du Sud, et en particulier le Brésil, seule région du monde où l'on peut espérer accroître notablement les surfaces hévéicoles.

Pour la mise en oeuvre de ces priorités, des moyens en personnel sont nécessaires, que nous essayerons de satisfaire :

- d'abord par des redéploiements,
- ensuite par des demandes de postes nouveaux.





<b>PERSONNEL</b>
------------------

\*

**POSTES NOUVEAUX (PRIORITES)**

- 1 - PHYSIOLOGIE MOLECULAIRE / ENCOCHE SECHE
- 2 - GENETICIEN MATO GROSSO, BRESIL
- 3 - TECHNOLOGIE (CHIMISTE OUTRE-MER)
- 4 - EMBRYOGENESE SOMATIQUE
- 5 - SELECTIONNEUR GUYANE
- 6 - SECRETAIRE D' EDITION
  
- 7 - INDONESIE (LABORATOIRE DL PRIVE)

<u>AU TOTAL</u> :	6	POSTES	E.R.
	1	POSTE	R.P.

\*

**REDEPLOIEMENTS**

- INDONESIE (SEMBAWA)
- CAMEROUN
- GUATEMALA
- "ENVIRONNEMENT" (CIRAD / IBAMA)
- AGRO-ECONOMISTE

## **CONCLUSIONS du Président du CSTC**

Pr. J. d'AUZAC

\*\*\*\*\*

L'IRCA a bénéficié en 1990 d'une "revue externe" ou "audit" qui lui a permis d'une part de réfléchir sérieusement à l'ensemble de ses problèmes et d'autre part de profiter de l'avis d'une commission d'audit qualifiée de "musclée" et de "haut de gamme" par la direction du CIRAD.

Dans sa présentation générale de l'audit le Pr. CHEVAUGEON a attiré avec force l'attention sur le fait que l'IRCA, avec ses 22 chercheurs, était le plus petit département du CIRAD. Rejoignant en cela une intervention du Président POLY, il a été reconnu que cela présentait un avantage ; celui de constituer une équipe homogène, soudée et efficace. Cependant l'inconvénient, évident, est de ne pouvoir aborder avec suffisamment de moyens des problèmes vitaux pour l'Hévéaculture.

Les auditeurs ont attiré l'attention sur un certain illogisme tenant au fait que les bases principales de la recherche de l'IRCA étaient situées en Afrique de l'Ouest alors que l'essentiel de la production hévéicole provient du Sud-Est Asiatique. La nécessité d'un redéploiement géographique de la recherche IRCA a été mise en avant par la commission d'audit. Il n'en reste pas moins qu'un tel redéploiement ne peut être que progressif tant il est vrai que dans le cas contraire il pourrait correspondre à un retard de 5 à 15 ans dans certains domaines de recherche.

La commission d'audit rejoint une intervention orale du Président POLY quant à l'absolue nécessité aujourd'hui pour l'IRCA de pouvoir disposer d'un nouveau domaine expérimental, où il puisse développer librement sa recherche, avec la garantie de la durée.

La commission d'audit a parfaitement reconnu à l'IRCA le mérite d'avoir su développer des recherches se situant à la charnière du fondamental et de l'appliqué et ce particulièrement, grâce aux nombreuses relations scientifiques que l'Institut a pu établir, entretenir ou renouveler.

L'accent a été mis sur la nécessité pour l'IRCA d'accroître cette recherche fondamentale au contact des milieux scientifiques spécialisés dans lesquels l'IRCA pourrait injecter quelques uns de ses chercheurs.



Passer des études du niveau cellulaire à des études à l'échelle moléculaire, accroître les recherches d'interface, développer la recherche pluridisciplinaire (laquelle est déjà un point fort de l'IRCA), autant de recommandations de la commission d'audit.

Il a été souligné, qu'à l'exception de quelques disciplines, les chercheurs de l'IRCA ne se faisaient pas suffisamment connaître par leurs publications dans des revues scientifiques internationales alors que par ailleurs l'aura scientifique de l'IRCA a été unanimement reconnue.

La "Revue Générale du Caoutchouc et des Plastiques" en tant que support des publications de type agronomique a été largement contestée par certains et défendue par d'autres, alors que la création d'une revue CIRAD concernant les plantes pérennes a fait également l'objet de discussions.

Il a été souhaité que la diffusion du savoir de l'IRCA passe également par la tenue de mini-CSTC dans des pays hétéroclites alors que le caractère "grand messe" de l'actuelle réunion annuelle du CSTC a pu également prêter à critiques.

\*

**Globalement la commission d'audit considère l'IRCA comme un département d'excellence qui utilise bien ses modestes moyens mais constate aussi que ses moyens sont aujourd'hui largement limitants.**

**La commission a reconnu que l'IRCA avait été nettement défavorisée dans les attributions de nouveaux postes chercheurs durant ces dernières années et souhaite clairement la création de postes nouveaux en fonction des priorités proposées par l'audit et l'IRCA.**

**L'attention a également été attirée sur le risque que les résultats de l'audit, conduisant à un jugement de l'IRCA très positif, n'entravent l'obtention de nouveaux postes sous le fallacieux prétexte du bon fonctionnement actuel de ce département.**

**Peut-on rappeler à cet égard qu'un précédent directeur du CIRAD avait envisagé d'attribuer davantage de postes aux instituts les plus efficaces ; en quelque sorte une prime à l'efficacité ?**

\*  
\*   \*

De l'avis des "auditeurs" les acquis de l'IRCA dans le domaine de la **PHYSIOLOGIE DU LATEX ET DE L'EXPLOITATION** du système laticifère constituent une des réussites majeures de l'IRCA, laquelle contribue à sa renommée internationale. La nécessité d'obtenir un renforcement en personnel, en moyens matériels, d'intégrer les recherches en biologie moléculaire (par exemple par le biais d'un laboratoire commun au CIRAD) de s'attacher à l'étude du problème majeur que constitue l'encoche sèche a été mise en avant afin de s'attacher à promouvoir cette discipline.

\*

Le développement de "**LA CULTURE IN VITRO**" à l'IRCA a été jugé très satisfaisant. L'axe microbouturage est entré dans la phase préindustrielle grâce à la Société de Microbouturage de l'Hévéa (SMH). Il sera évoqué par la suite en quoi la possession de cette technique peut bouleverser le programme Amélioration de l'IRCA.

Le développement de l'embryogénèse somatique a marqué des avancées tout à fait significatives avec des moyens en personnels très réduits, sans pour autant que l'ensemble du problème ne soit résolu.

Concernant **LA DEFENSE DES CULTURES** la commission d'audit s'est étonnée que l'IRCA, ne disposant seulement que de deux chercheurs à plein temps, ait pu enregistrer des résultats remarquables en Afrique de l'Ouest. Le dispositif actuel est cependant considéré comme notoirement insuffisant, trop léger, mal distribué face à l'importance des problèmes rencontrés au niveau foliaire et racinaire. Ceci, même si les organismes antagonistes de l'Hevea semblent être en Afrique uniquement d'origine fongique.

Si le problème du Fomès paraît être résolu de façon satisfaisante en Côte d'Ivoire par un fongicide donné, si la technique d'esquive est satisfaisante au Cameroun pour lutter contre l'Anthracnose ; l'*Armillaire* et le *Corynespora*, au Cameroun et au Gabon, causent de graves soucis aux planteurs sans que l'on dispose encore de traitements appropriés.

Il a été recommandé à l'IRCA d'être aussi **novateur** que possible en la matière notamment dans la recherche de nouvelles molécules



absorbables par les racines et fonctionnant en tant que systémiques ascendants.

En effet, s'il paraît évident que la solution à (très) long terme est la sélection génétique des clones ou de porte-greffes résistants il n'en reste pas moins qu'à court terme le mode d'application des fongicides - dont l'injection directe dans le tronc - devrait faire l'objet de recherches importantes qu'il s'agisse de la lutte contre des parasites foliaires ou racinaires. Ceci, alors que l'on est conscient de la difficulté d'associer des industriels à des recherches dont les débouchés sont relativement limités.

Le possible intérêt de la mycorhization de l'*Hevea* en tant que facteur s'opposant aux champignons pathogènes des racines a été évoqué. S'il y a une "lacune qui peut être vite comblée et qui peut rapporter gros" on peut penser cependant que le temps chercheur nécessaire est loin d'être négligeable.

Le *Microcyclops ulei* occupe une partie du temps chercheur du phytopathologue IRCA installé en Guyane dans un laboratoire bien adapté **"encore faudrait-il accroître le temps chercheur pour étudier des solutions à plus court terme que la création de clones résistants"**.

La commission affirme que l'IRCA a besoin en Afrique **"d'un vrai laboratoire de pathologie au pied de l'arbre malade... des moyens de travail radicalement accrus sont nécessaires, (grâce à) des recrutements au meilleur niveau de formation possible"**.

A la limite de la phytopathologie et de la physiologie on ne sait pas où situer exactement le grave problème de l'**Encoche Sèche** et lorsque un chercheur à plein temps sera disponible on ne sait trop aujourd'hui dans quelle direction engager les travaux. Il faut observer cependant que l'outil "Biologie moléculaire" peut raisonnablement contribuer à éclairer la nature du problème avant que de s'attacher à lui trouver une solution.

\*

Voilà maintenant 18 années que l'IRCA travaille à la **SELECTION GENETIQUE** dans la station de Côte d'Ivoire. Une telle localisation géographique unique présente des inconvénients tant il est vrai que des conditions phytopathologiques trop douces ne permettent pas toujours de prendre en compte de façon suffisante le facteur résistance aux pathogènes dans la sélection du nouveau matériel créé.

La diversification géographique de la recherche IRCA en Amélioration est à cet égard souhaitable tout en sachant qu'un transfert brutal entrainerait obligatoirement un retard de plus de quinze ans dans le programme Amélioration.

Pour répondre à une telle objection l'IRCA s'est attaché à créer des **champs de comportements** permettant de tester les nouveaux clones dans des conditions éco-climatiques différentes de plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest et en Guyane mais aussi espère-t-on bientôt au Brésil et en Asie.

A cet égard, il a été reconnu que les critères de sélection de l'IRCA avaient été convenablement choisis, même si dans la pratique la pression de sélection n'est pas toujours suffisante en Côte d'Ivoire. Dans l'avenir on attachera plus d'importance aux critères maladies de feuilles, à l'adaptation aux zones marginales, alors que l'introduction de critères concernant les propriétés technologiques du caoutchouc a fait l'objet de discussions.

Les auditeurs ont attiré l'importance sur le faible taux de réussite des **pollinisations artificielles**, indispensables à la création d'hybrides. Faut-il attacher plus d'importance aux conditions climatiques lors de la pollinisation ? Est-il concevable de poursuivre l'acquisition des connaissances à la suite de celles déjà anciennes obtenues par un travail de thèse ? Faut-il utiliser la **culture in vitro** en transférant très rapidement le tout jeune embryon sur milieu de culture ?

L'élargissement de la **base génétique** a également été évoqué. Outre, les problèmes financiers qu'un tel élargissement implique on peut penser que cette base n'est pas aujourd'hui réellement limitante bien qu'une nouvelle expédition internationale soit envisagée.

Par contre, il est apparu évident à la commission d'audit que la **Stratégie d'Amélioration** de l'IRCA devait être modifiée dans un proche avenir en utilisant l'apport du microbouturage pour effectuer la sélection précoce sur des clones entiers et non plus sur des clones de greffe.

Il est indiscutable au plan scientifique que la création d'un laboratoire de production de microboutures à proximité immédiate de la station de sélection constitue une évolution aussi logique que rationnelle du procédé IRCA d'Amélioration.



Outre, cette utilisation de microbouturage un tel laboratoire de production permettrait le sauvetage des embryons immatures déjà évoqués et la recherche de porte-greffes clonaux résistant aux pourridies de racine.

**En conclusion, la commission d'audit souligne que "dans plusieurs domaines l'IRCA se situe en position de leader international pour l'application à la sélection des méthodes et des techniques les plus évoluées"...**

\*

Si la commission d'audit, en ce qui concerne la **PHYTOTECNIE** se félicite de n'avoir rencontré à l'IRCA que des gens "heureux et passionnés" elle n'en attire pas moins l'attention sur l'importance de la part prise par les petits planteurs dans la production de caoutchouc et sur l'écart grandissant entre leurs productions et les potentiels de production définis par ailleurs.

La commission attire également l'attention sur la nécessité de considérer l'agrophysiologie et le fonctionnement de l'arbre seul ou dans son peuplement sur l'évaluation du milieu physique, sur le fait que les systèmes hévéicoles constituent une méthode de gestion durable de l'environnement....

L'IRCA s'est attaché à montrer combien son projet de programme à cinq ans s'attachait à suivre cette ligne de conduite.

Il a été par ailleurs apprécié que l'IRCA prenne en compte les aspects socio-économiques de l'hévéaculture et ceci en liaison avec d'autres recherches menées par le CIRAD sur d'autres matériels.

On a pu se féliciter par ailleurs que l'Agronomie tende à redevenir une discipline à part entière et qu'il se dégage une "Science du peuplement de la parcelle d'Hévéas".

\*  
\* \*

Dans le domaine de la **TECHNOLOGIE** la commission a visé à resituer les problèmes du caoutchouc naturel en rappelant des vérités premières telles le fait que 70 % de la production de caoutchouc va au

pneumatique et que 80 % de la production provient des plantations villageoises.

La technologie se situe au carrefour planteurs-manufacturiers et il est rappelé que l'exigence majeure de ces derniers est **la réduction de la variabilité** laquelle doit constituer "**la voie royale**" de la recherche IRCA à côté de l'étude des traitements coagulation-usinage et de la rhéologie du polymère caoutchouc.

De même il est rappelé que les exigences premières des manufacturiers concernent également et tout simplement, la propreté du caoutchouc, mais aussi sa viscosité initiale.

Les critiques de la commission portent sur une trop grande dispersion et un manque de précision dans les objectifs de la Technologie IRCA, aussi bien qu'une importance trop grande accordée au développement par rapport à la recherche de base.

Le programme proposé par la division de Technologie est en conséquence totalement axé sur **l'étude des facteurs de la variabilité** au niveau du latex et du caoutchouc cru. Les études préliminaires ont montré à cet égard l'importance de 3 axes principaux regroupant l'ensemble des variables impliquées. Un axe rend compte de l'état du polymère, un autre de l'oxydabilité de celui-ci, un dernier de sa viscosité. Des interactions entre ces 3 axes dépend finalement ce qui est défini comme les propriétés du caoutchouc au niveau du **Producteur** et par voie de conséquence du **Transformateur**.

Les caractéristiques technologiques clonales continueront à être prises en compte afin d'en informer les planteurs créant de nouvelles plantations ; que ces caractéristiques soient ou non prises en compte dans les programmes d'amélioration.

L'étude des propriétés du caoutchouc cru et de la correction de sa variabilité constituera donc l'axe "recherche" de la Technologie, dominant par rapport à l'axe "développement" qui visera essentiellement les relations avec les planteurs villageois ou industriels, et les associations de normalisation (ISO, AFNOR).

\*

\*   \*

La **GEOPOLIQUE** a été prise en compte par la commission d'audit qui a clairement exprimé le souhait d'une diversification.



géographique de la recherche IRCA par la création de bases dans d'autres continents où l'Hévéaculture est largement installée ou en puissance de développement.

La direction de l'IRCA également soucieuse de diversification rappelle en premier l'implantation métropolitaine de l'IRCA, en développement constant mais limité à Montpellier pour l'agronomie et l'antenne à l'université du Mans pour la Technologie.

Il est rappelé d'entrée l'importance primordiale aujourd'hui de l'implantation de Bimbresso pour l'Afrique de l'Ouest d'autant que la plantation du Gô (900 ha plantés sur 1530 prévus) doit procurer une bouffée d'oxygène à l'expérimentation Agronomique, au sens large, qui se trouve à l'étroit à Bimbresso.

Une implantation en Indonésie prend corps d'ores et déjà en ce sens qu'un laboratoire IRCA de **Diagnostic latex** va être installé dans le Nord Sumatra au bénéfice de 25000 ha d'*Hevea* appartenant à trois grandes plantations industrielles.

Le souhait formulé par la commission de disposer d'une base de plusieurs centaines d'hectares propres à l'IRCA ou au CIRAD à Sumatra a évidemment le soutien total de l'IRCA et retient toute son attention.

Le Vietnam, qui fut la base de départ des Instituts Français de recherche hévéicole outre-mer, retient également l'attention, alors qu'une coopération encore modeste et aléatoire est actuellement en place.

En Amérique du Sud, l'IRCA a depuis des années manifesté son intérêt pour le développement de son implantation en Guyane via une station expérimentale tournée essentiellement tout d'abord vers la phytopathologie puis la génétique. Ceci même s'il paraît vraisemblable que l'hévéaculture guyanaise ne saurait dépasser la centaine d'hectares.

L'objectif d'installer au Brésil, sur une grande plantation un généticien-sélectionneur pourrait se réaliser à court terme. Disposer en Amérique du Sud d'un phytopathologue et d'un généticien afin de contribuer tant soit peu au développement d'une hévéaculture brésilienne économiquement rentable, dans ou autour de la forêt amazonienne malgré le handicap majeur qu'est le **Microcyclus**, constituerait un objectif extraordinaire pour la recherche IRCA dont on peut penser qu'elle n'est pas si mal armée pour cela.



# LISTE DES PARTICIPANTS





## Liste des participants

### \* AUDIT-IRCA

MM. Chevaugéon	Université Paris Sud
Gossot	AFICEP (Président)
Heller	Université Paris 7
Pieri	CIRAD/AGER
Wagner	INRA Montpellier
Weil	CIRAD

### \* Université

MM. d'Auzac	Président - USTL
Brosse	Université Le Mans
Leihner	Université de Hohenheim (Stuttgart)
Rona	Université Paris 7
Sébillotte	INAPG
Ziebell	Université de Hohenheim (Stuttgart)

### \* Planteurs

MM. Douxami	Terres Rouges
Gabriel-Robez	SOCFINCO
Kreit	SOCFINCO France
de Laboulaye	SIPH-SAPH
Merceron	Michelin
Remy	HEVECAM
de Roquemaurel	HEVEGAB
Rouland	Terres Rouges
de Vernou	SODECI-SAPH

### \* Industriels, Négociants, Technologues

MM. Berne	PAULSTRA
Bertrand	IFOCA
Bresson	Syndicat du caoutchouc
Donnet	CRPCSS-Mulhouse
Leblanc	CNICHEM-Belgique
Michel	SODECI-SAPH
Narboux	SAFIC-ALCAN
Rozenbaum	EURONAT
Verschave	Hutchinson

### \* CIRAD

MM. Braud	IRCT
Carsalade	DG CIRAD
Griffon	URPA



Latrille  
 Manichon  
 Mme Michaux-Ferrière  
 MM Notteghem  
 Poly  
 Schwendiman  
 Teisson

**\* IRAP**

MM. Boccaccio  
 Pautrat

**\* INRA**

Mme Bastien  
 M. Chataigner  
 Mme Dattee  
 M. Pagès

**\* ORSTOM**

M. Ravisé

**\* IRCA**

MM. Banchi  
 Campaignolle  
 Carron  
 Chapuset  
 Commère  
 Compagnon  
 Despréaux  
 Enjalric  
 Gener  
 Jacob  
 Laigneau  
 Mlle Lambert  
 MM. Lardet  
 de Livonnière  
 Nicolas  
 Omont  
 de Padirac  
 Prévôt  
 Sainte-Beuve  
 Serier  
 Mlle Toussaint  
 M. de Vernou

IRAT  
 DS  
 CNRS  
 MIDEDEC  
 Président CIRAD  
 BIOTROP-GERDAT  
 BIOTROP-CIV

Orléans  
 Montpellier  
 GEVES La Minière  
 Avignon

Côte d'Ivoire  
 Paris  
 Montpellier  
 Paris  
 Côte d'Ivoire  
 Paris  
 Versailles  
 Montpellier  
 Paris  
 Montpellier  
 Côte d'Ivoire  
 Montpellier  
 Montpellier  
 Paris  
 Paris  
 Paris  
 Paris  
 Montpellier  
 Paris  
 Montpellier  
 Paris  
 Gabon

**\* Absents et excusés**

MM Bailleux  
 Benet  
 Boyer  
 Carlier  
 Challot  
 Chambe  
 Doat  
 Gibier-Rambaud  
 Gray  
 Guelfucci  
 Guillemin  
 Hirsch  
 Julien  
 Mme Lanaud  
 MM. Menard  
 Parant  
 Polton  
 Simon  
 Wintrebert

CCCE  
 USTL  
 Banque Mondiale  
 Banque Mondiale  
 CIRAD  
 Terres Rouges  
 SAPH  
 LRCCP  
 AUDIT-IRCA (Président)  
 Michelin  
 ONUDI  
 CCCE  
 Michelin  
 CIRAD-AGETROP  
 INA-PG  
 CIRAD-CTFT  
 UPC  
 CCCE  
 Terres Rouges





# LISTE DES SIGLES





## Liste des sigles

ACNA	Association Professionnelle du Caoutchouc Naturel en Afrique
AFICEP	Association Française des Ingénieurs du Caoutchouc et des Plastiques
AGER	Milieux Agronomie Gestion de l'Environnement et des Ressources Naturelles
AGETROP	Analyse du Génome des Espèces Tropicales
ANVAR	Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche
BIOTROP	Unité de Biotechnologie appliquée aux Plantes Tropicales
CATH	Centre d'Appui Technique à l'Hévéaculture
CDC	Cameroon Development Corporation
CEMAGREF	Centre National du Machinisme Agricole du Génie Rural des Eaux et Forêts
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CIV	Culture <i>in vitro</i>
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CNRS-CEPE	Centre National de la Recherche Scientifique, Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques L. Emberger
CSTC	Comité Scientifique et Technique du Caoutchouc
CTFT	Centre Technique Forestier Tropical
DEA	Diplôme d'Etudes Approfondies
DGE	Directorat General of Estates (Indonesie)
DL	Diagnostic Latex
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos (Institut brésilien du milieu ambiant et des ressources naturelles renouvelables)
IFOCA	Institut de Formation et d'Enseignement Professionnel du Caoutchouc
INAPG	Institut National Agronomique Paris-Grignan
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
IRA	Institut de Recherches Agronomiques
IRAP	Institut de Recherches Appliquées sur les Polymères
IRAT	Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des cultures vivrières
IRCC	Institut de Recherches du Café et du Cacao
IRCV	Institut de Recherches au Vietnam
IRHO	Institut de Recherches des Huiles et Oléagineux
IRRDB	International Rubber Research and Development Board
LRCCP	Laboratoire de Recherche et de Contrôle du Caoutchouc et des Plastiques
MIDEC	Mission Défense des Cultures
MRT	Ministère de la Recherche et de la Technologie
ORSTOM	Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération
PRI	Plastic Retention Index
QTL	Quantitative Trait Loci
RFLP	Restriction Fragment Length Pattern
SUDHEVEA	Superintendencia da Borracha
UNIDO - ONUDI	Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel
URPA	Unité de Recherches en Politiques Agricoles
USTL	Université des Sciences et Techniques du Languedoc



